Certified final

Benefits of Using Information and Communication Technologies (ICT) for Teaching and Learning in K-12/13 Classrooms

Prepared for the SchoolNet Program
Industry Canada

Prepared by Thérèse Laferrière
in collaboration with Alain Breuleux and Robert Bracewell
TeleLearning Network of Centres of Excellence

September 28, 1999

Table of contents

	Page
Introduction: Learning in the changing context of growth and wealth	2
5 Canada's learning project as a knowledge society	2
6 What is meant by ICT integration and its benefits?	3
7 Canadian exemplary uses of ICT in teaching and learning	3
8 Benefits of ICT in learning and teaching	5
8.1 Learners' expected benefits at an early stage of use of networked computers	5
8.2 Teachers' perceived benefits (at an intermediate stage of use: 3-5 years)	6
8.3 Expected benefits at a later stage	8
5. Vision of a framework for the teaching profession using the networked computer	10
5.1 Meeting provincial and international standards	10
5.2 Supporting at all levels teachers' willing to engage in advanced practices	10
5.3 Towards the collaborative culture for learning	12
Conclusion	12
References	13
Notes	15

Introduction

The SchoolNet Initiative has made us aware of the electronic network potential for moving Canada into a knowledge-based economy and of the opportunity of applying high-speed multi-media networks for learning purposes at the K-12/13 levels. The SchoolNet National Advisory Board is now considering the next strategic steps to be taken to meet the challenge by asking: *Can the investment in hardware, courseware and professional development for teachers allow us to achieve a "superior form of learning" for Canadians in a knowledge society?* Because of the promising pedagogical and economic impact already evidenced by the use of modern learning technologies in schools, it seems that Canada, in the family of advanced nations, would wish to embrace initiatives that will lead to improved teaching and learning.

The early stages of ICT integration in K-12/13 schools and classrooms are such that, on the one hand, it will take many years to properly assess pedagogical benefits. On the other hand, there is no evidence to justify putting an end to continuous investment in ICT. Past experience has shown that well demonstrated positive results applicable to large numbers of students are a rarity in education. Today, however, an increasing number of researchers, including cognitive scientists and teacher educators, recognize that the teaching-learning process must evolve. It is advocated that teacher-talk and rote knowledge (addition and retention of facts, principles, and procedures) on the part of the learner must give way to teaching for understanding (Bereiter, 1998), life-long learning and higher-thinking skills acquisition for all.

Corporate leaders are now among the advocates of these new teaching skills. Business and industrial firms sense that the new culture of work (openness, collaboration, innovation, people judged on contribution, new authorities, trustworthiness and trust[1]) calls for a change in the way we conceive of learning, thus on the way of delivering instruction. The traditional approach to teaching requires that classroom learners be silent most of the time, and act in conformistic and obedient manner – the "assembly-line" worker is the guiding metaphor here. The constructivist approach[2] to learning is more in accordance with what is now expected of the knowledge worker (information retrieval, complex problem-solving, higher-thinking, communication, and collaboration skills). The task-at-hand being the preparation of all students to be lifelong learners, and socially responsible productive citizens, a new vision of learning, indeed, is necessary (see SchoolNet's document: the Vision of learners in the 21st century). This paper will now explore the linkages between advanced technology and advanced pedagogy, and set the foundations of a strategy to maximize each in order to enhance student learning and performance.

1. Canada's learning project as a knowledge society

According to Bates (1998), in the XXIst Century, learners will need to access, combine, create and transmit audio, video, text, and data. Will our society be in a position to prepare K-12/13 learners – and in sufficient number – to cope with the requirements of knowledge work so different from the conformistic assembly-line worker mentality? That is a critical issue which will have to be addressed by the Canadian education systems. As long as computers remain in computer "labs", they are removed from the rest of the curriculum, and the life of the classroom; but when the computers make their appearance into the classroom, both the teacher and learners are then faced with new challenges and opportunities as they are called upon not simply to learn but to learn with computers[3].

Our collective capacity to reconceptualize learning and teaching is now at stake. Reconceptualization calls for a "re-vitalization" of the teacher's role (the assembly-line model) away from the technology available in the fifties and sixties to meet the educational demand: fifty-minute classes, 180 students a day, teacher isolation, and college-admission decisions driven by test scores and course requirements. That model is unfortunately still the way of life for a great number of teachers who view the systematic delivery of information (their *techne*) as their primary role.

Information and communication technologies (ICT) present us with a unique opportunity and challenge, to reach for a more human approach to teaching and learning with the purpose of preparing knowledgeable, democratic and socially responsible citizens. Therefore, to downplay the role of the teacher in the education of the knowledge worker of tomorrow – the formation and cultivation of understanding (*episteme*, knowing-that) and practical judgment (*phronesis*, knowing-why) – and to

overplay that of the skillful production of artefacts as well as that of the expert mastery of objectified tasks (*techne,* knowing-how), would be here ill-advised. This new pedagogy constitutes not only a model of improved human relations but of sociocognitive processes in the classroom.

However, it is important to be aware of the nature of the likely impacts of changing the rhetoric (or vision) of what learning is all about. It is an undertaking of major importance and coherence will be a transcending issue: For instance, an education system may voice the importance of critical thinking or problem solving in a new way, but rely on rote knowledge when it comes to evaluating student learning. Relevant processes need to be identified, and will require time to be developed and disseminated. That is to say that ICT may be in place, but if the old discrete instructional prescriptions still prevail, then no significant change is likely to occur.

These are serious matters that will affect our future in Canada[4]. External forces and globewide competition not only suggest the need for an in-depth analysis, but equally, an aggressive and strategic action plan.

2. What is meant by ICT integration and its benefits?

Depending on whether the orientation of a community is to use teacher-proof courseware from the Net or to *re-place* the teacher in a role that is less mechanistic than the assembly-line model, the benefits are going to be quite different; and therefore, practical wisdom calls for a balanced approach. Too much emphasis on the former orientation is hardly warranted. To rely only on the latter however, is rather naïve when one considers that most classrooms are still run in a traditional way. True enough, any change requires knowledge, pressure and support[5]; but here, in addition, one must keep in mind that the teacher professional development in using ICT as a pedagogical tool, is equally of crucial importance.

This situation in education compares favorably with the one prevailing in the medical field at the beginning of the XXth Century. Research and technology did change the practice of medicine and ensuing benefits have been enormous; a similar challenge is facing the field of education. As technology improves and unfolds in the context of classroom life, the teacher must identify with the learners the proper inquiry questions, or Internet resources. The structure of a learning activity, the way it is embodied into the student's experience, is more important than the features of the technology itself[6]. The outcome, unanticipated by many concerned with ICT and education, lies in the fact that with the advanced technology, the teacher is called to act pedagogically, not technically.

Here, however, one must be aware that different psychological foundations (theories) represent different beliefs about how individuals think and learn. Looking at what research requires in order to generate a reliability dimension of the teacher's pedagogical decisions, one finds that theories and models linking learning, teaching and technology are based on competing research findings. The reconciliation between these different perspectives is a difficult task, but given the recent advances in cognitive science[7], the identification of underlying similarities and mismatches between goals and means, is actually less difficult today than it was ten years ago (e.g., the evidence underlines the key role of the teacher as a learner, guide, and inquirer in the networked classroom, and in a networked society).

Canadian exemplary uses of ICT in teaching and learning

The breadth and quality of innovative use of ICT for learning purposes in K-12/13 classrooms is illustrated here by the following cases :

- **Interactive Computer-Based Laboratories in Science, Technology and Mathematics.** A number of Newfoundland and Labrador high schools experimented with virtual classes with an aim to manage isolation (e.g., http://www.k12.nf.ca/clarenville-high). The Vista School District Digital Intranet represents two dimensions of change : on the one hand, curriculum and technology and, on the other hand, the re-organization of classes within an Intranet. Early research results point to the transition from closed to open teaching and learning environments (Piper, Power, & Stevens,

1998). A related case is that of ITP Nelson Canada/The Learning Equation, in partnership with the Canadian Western Provinces who have jointly developed computer-based math resources (TLE). Though the interactive materials are not on-line but on CD-ROMS, they announce the kinds of visual displays and simulations and other advanced interactive learner-centered activities that will increasingly be put on-line. The student engages in hands-on learning, and interactive learner-centered activities (e.g., direct screen manipulation, that is, dynamic geometry). The results of the evaluation conducted by Psychometrics Canada Ltd, indicate a positive effect on student learning. Further research is likely to be most revealing as to long-term effects, and which factors explain significant differences between TLE and NON-TLE classrooms in some schools and in some schools not.[8]

- **The Writers In Electronic Residence Case: Linking with community members.** WIER uses a network conferencing system (FirstClass) to link writing and language arts students to Canadian authors, teachers, and to each other for the exchange and discussion of original work. WIER involves the participation of up to 120 classes in any given year from all areas of the country and including students ranging from the junior elementary to the senior high school levels. Writing fluency improves, as organization and mechanics of text (Owston and Wideman). Teachers found the opportunity to raise questions and issues with more experienced peers and WIER staff in the on-line staff forum met nearly all of their support needs beyond localized technical issues (http://www.edu.yorku.ca/csce/tech98-3.pdf). A larger initiative as regards Web-based writing is SchoolNet News Network. Under STEM-NET's leadership and coordination, it has become a national service for students and by students. Networked students engage in multimedia journalism (http://www.stemnet.nf.ca/snn). Both initiatives are models of what can be achieved on-line in the critical area of writing.

- **The CSILE Case: On-line collaboration for understanding purposes.** The OISE/UT-based research team has conducted many studies that show the benefits of the socio-constructivist approach for deep learning. A shift away from one-to-one and one-to-many communication patterns occurs for learners engaging in computer-supported collaborative learning; elementary school learners are found to contribute in advanced ways to the classroom discourse when using CSILE/Knowledge Forum software. Many-to-many communications can be managed in productive ways, making learners more responsible and active as they inquire into far more advanced topics than what is usually observed in elementary classrooms; several papers reporting on studies conducted in Canada may be accessed on CSILE website (http://csile.oise.utoronto.ca). This leading-edge Canadian technology and pedagogy is also being used and researched upon in the U.S., and in other countries.

- **The PROTIC Case: Providing high access and support.** In this school-within-a-school program, junior-high learners, each equipped with a networked laptop, engage in individual and collaborative learning projects about two-thirds of the classroom time throughout the school year. Technology skills are not taught in and of themselves, but in the context of curricular activities in which peer learning is highly noticeable. Learners are facing the challenges of learning and teaching from complex versus linear information access; their works become more visible to one another. The meanings, reconstructed situations, and learning results of using the networked computer on a daily basis are sorted out, and early results are positive. Their portfolios demonstrate advanced technology, inquiry, and meta-cognitive skills as well as deep understanding of a number of topics (http://protic.net).

In each case, evaluation studies or research projects were or are still in the process of being conducted. They contribute and build upon what is known as far as ICT benefits in learning are concerned.

Benefits of ICT in learning and teaching

Given the right conditions for access and use, significant gains in student learning are recorded with ICT. Above all, one must be aware that it is not the media alone that counts[9]. It is important that teachers

see a clear relation between the use of ICT and the learning curriculum[10]. Expected effects of ICT on learning are closely correlated with the teachers' and learners' abilities to use them. Learning *about* technology is to a certain extent, a prerequisite to learning *with* technology. Before a specific software is minimally mastered, teachers won't feel that they or their students save time using it. Maddux, Johnson, & Willis (1997) distinguished two types of computer uses in education: Type I applications are those in which technology is used to teach the same things as before, but here the tool makes it easier, quicker, and more efficient; Type II applications are new and provide better ways of teaching with the support of technology, and of other professional educators. As observed in Canada and elsewhere, socially distributed knowledge networks contribute to the emergence of a new paradigm, called interconnectedness[11]. As far as educational technology is concerned, one of the key advisors to the United States Federal Government points out that the interconnectedness brings in pedagogical benefits:

> Collaborative learning, constructive learning, and apprenticeships are not new concepts in learning. But they've never been sustainable. Teachers who try them usually burn out. Why? Because they didn't have an infrastructure that supported them. Technology can help establish a supportive infrastructure that makes it possible to use those powerful models without burning out. (Dede, in O'Neil, 1995).

After all, the education systems were designed earlier in this century using the learning theory and the technology available at the time. Because most of the teachers are still involved in the traditional way of teaching, they quite naturally feel that there is little classroom time for creative uses of the networked computer. Breaking away from the standard operating procedures, and developing new learning environments constitute in itself quite a mammouth task, and it is urgent that the teachers be made aware that ICT can clearly be, in this respect, of immense help.

ICT in schools and classrooms tend to attract school learners' interest and motivation[12]. The most extensive meta-analysis conducted on school learning (Wang, Haertel, & Walberg, 1993) pointed out that the positive relationship between the learner and the learning environment was the most critical factor. For those students who do have access to a networked computer at home, the classroom becomes more attractive when networked. For all the learners who do not have access to the network at home[13], the presence of computers in schools and classrooms helps to narrow the gap between those having and using computers at home and those who don't. Another gain as regards equity is that digital communications can engender the promotion of a more equitable participation among disadvantaged groups (Hsi & Hoadley, 1997).

4.1 Learners' expected benefits at an early stage of use of networked computers

When an adequate level of access and use is achieved, the specific early pedagogical benefits that may be expected out of the very first years of integrating ICT in schools and classrooms are as follows:

4.1.1 A look at the benefits to be expected at the content level:

- *Acquisition of computer and networking skills.* In the early stages of ICT integration, all those learning to use on-line resources and tools have to devote time to get acquainted with the system possibilities. The software design is a critical element in regards to how the tool can be used. Web-based applications (on the Internet or on an intranet) and activities have to be grasped; hands-on activities and classroom projects are designed for that very purpose. Activities will vary, according to how the computer is perceived, i.e. as a tutor per se or as a tool.

- *Availability of a larger spectrum of subjects/courses.* There must be application of the principle of equality of opportunity for equity at the content level (choice) as well as at the connectivity level (access). Networked computers can be particularly useful in rural and remote schools in accessing a growing range of learning resources and remote libraries and in getting the opportunity for students to participate in virtual learning experiences.

- *Increases in the learning of academic subject matters.* The question of whether ICT can help to boost learning has been resolved: In situations where appropriate-support conditions are provided to the teachers using ICT, increases in student learning are found[14]. Scaling these results up is

the real challenge: As innovative practices using ICT are more widely adopted, the support conditions tend to be reduced, and learning outcomes tend to be disappointing. To tie the innovation closely to a particular curriculum makes it easier for the teacher to weave this technology into instruction. The Learning Equation interactive courseware (TLE) mentioned above is such an attempt. The evaluation of TLE conducted in Grade 9 math classes shows quite encouraging learning results[15]. These results also suggest that innovation needs to occur simultaneously in curriculum, pedagogy, assessment, and school organization. The time and effort expended on modern learning technologies are then likely to produce more improvements in learning outcomes (Dede, 1997).

4.1.2 A look at the benefits to be expected at the processing level:

- *Involvement with exciting, engaging, and challenging technologies.* To engage learners in meaningful learning materials and activities and to keep them intellectually involved are the basic elements of any teaching effectiveness. In some instances, the networked computer is used as a tool to reproduce or produce (texts and images), and to support individual, group, and classroom inquiries and projects. In three of the largest initiatives conducted in the U.S.[16], most of the students use the Internet for individual work (40-60%). Project teamwork and recreation come second (25-50%), ahead of whole-class use (8-18%). In other instances, the networked computer (and as access and content increase) may be called upon to help the teacher by presenting more visual learning activities which are likely to be responsive to the rate of learning absorption of the individual learner. Given proper engagement from the part of the learner, reduced learning retention time (34% less, Kulik, 1994) has been recorded, but the difficulty of transferring such learning to real-life situations has also been observed (in the case of maths, for instance, see Kieren, 1998).

- *More convenience engendered.* Anytime-anywhere access to information and to others for communication and collaboration purposes bring flexibility while enriching educational resources. It could provide continuity of learning to a student when he or she cannot physically access school.

- *A broader range of learning activities.* In the short run the use of the Web is likely to remain at the first levels of interaction with on-line information (looking at different sites and their features, searching for information and organizing it). Among the teachers having their students use the Internet in complex ways, 7% of all teachers had students e-mail at least 3 times during the 1997-1998 school year, and 4% had students "become expert about a topic and publish text and pictures on the Web" (Becker et al., 1998). In the three large-effort initiatives conducted in the U.S. and referred to above, one teacher out of ten engaged students in the creation of Web pages as a service to others.

4.2 Teachers' perceived benefits (at an intermediate stage of use: 3-5 years)

Knowing that about 5% of all teachers are currently having their students use the Internet for inquiry-based learning, gives a clear indication that much is yet to be done in order to provide classrooms not only access to on-line resources and tools, but to support teachers in engaging in advanced pedagogies instead of remaining transmitters of information (see Bracewell et al., 1998).

4.2.1 Benefits to expect are paralleling a number of features of on-going educational reforms:

- *Teachers' heightened sense of the relevance of longer learning time blocks.* The need for longer blocks of time to study one particular subject matter or integrated subject matters becomes more apparent.

- *Teachers' increased effort to develop interdisciplinary units and lessons.* The likelihood that learners be presented learning activities and projects that involve more than one subject matter at a time is enhanced.

- *Teachers' added support in organizing cooperative work groups, and multiple parallel classroom activities.* A few networked computers in the classroom become an incentive for rotating use and related learning activities.

- *Teachers' enhanced professional productivity.* In three of the largest initiatives conducted in the U.S.[17], teachers report using the Internet now slightly less for developing their technical skills and awareness, and more for getting information for instructional use (70-77%). Savings in paperwork and administration time as well as in accessing on-line educational services can be reallocated towards teaching and learning.

4.2.2 Provided that access is achieved, and that improvement of education remains the goal, while keeping costs in mind, the greatest effectiveness of the networked computer is most likely to be found in constructivist learning environments :

- *Students have access to extended sources of information and learn basic information skills.* The teacher and the textbook are no longer the sole sources of information in the classroom. Teachers and learners have more choice. While repeated access to large amounts of material at low cost is seen as a benefit at the postsecondary level (Massy and Zemsky, 1995), information finding and selecting on the Web are currently looked at as time consuming by K-12/13 teachers. When properly used, the Internet provides opportunities to develop students' abilities to select and organize information and to develop critical thinking skills. At the same time the teacher's time is more effectively spent in helping students search for information and make meaning of it, instead of simply transmitting information.

- *Students are presented with context-based or authentic learning activities, and new problem solving methods.* Contrary to common wisdom, the embodiment of activities in a real context becomes more feasible with the networked computer. Language learning becomes more of a reality when use is made of telecommunications such as e-mail, chats, or on-line discussion forums. Students have the opportunity to learn problem solving problems in real-world settings, or to simulate experiments that might otherwise be too time consuming, expensive, or dangerous.

- *Students engage in active learning.* The presence of computers in schools helps to support the teachers attempting to engage learners in active ways of learning – the very first learning principle put forward by the American Psychological Association in consultation with numerous educational groups in 1993. When students design and produce their own knowledge representations, they will find themselves engaged in a powerful learning experience. The networked computer acts as a catalyst for applying this principle in the classroom (Berge & Collins, 1998).

- *Students get involved in intra- and inter-classroom talk.* When one thinks of learning as a fundamentally social experience, he or she will notices that teacher-student and student-student communications extend when individual and collaborative inquiries are in progress – sometimes with community members and experts beyond the classroom. The information found on the networked computer must be sorted out, and its meaning needs to be negotiated with others. Learners may collaborate in interpreting data and information over the network, at times independently of time and space (Riel, 1995).

- *Students are given more attention.* Free of being the "one-and-only" source of information, the teacher can direct his or her attention to the needs and abilities of individual students and to learning teams. This benefit compares advantageously to the otherwise disproportionate amount of time previously spent answering questions posed by more advanced students. For instance, students' difficulties in understanding something become evident through the one-to-one electronic communications with the teacher.

- *Students develop project management, reasoning, and research skills.* Individual and collaborative project-oriented approaches allow students themselves to organize and conduct a learning project, taking, for instance, an in-depth look at a particular topic. They can locate resources and proceed to do what knowledge workers do, including scientists and scholars. Subject matter integration is

not only facilitated, but becomes necessary to the realization of a learning project. The SchoolNet's GrassRoots Program is an initiative found to be quite successful in helping meet the challenge of setting the conditions for the development of well-organized and structured projects, ones with high-emotional impact and high-educational value.

- *Students create learning artefacts.* Cognitive and socio-cognitive tools support school learners in constructing artefacts as they analyze a particular topic while creating a specific learning project (Bereiter, 1998). The computer is no longer a tutor or a repository of information: learners must intervene, organize and creatively represent information (text, picture, movie, audio, etc.).

Assessing how lifelong learning skills are acquired will take time. In the field of health we do accept, for instance, that cancer research is a long-term undertaking. The developing of the pedagogy of helping students acquire lifelong learning skills must also be perceived as a long-term undertaking just as is the case in the cancer research field. Meanwhile, research and measurement programs should be put in place where access is achieved, and focussed on the renewal of the structure of classroom activities and of the teaching-learning processes. After ten years of research in The Apple Classrooms of Tomorrow (ACOT), the research team was in a position to acknowledge that the whole classroom looks different (Sandholtz, Ringstaff, & Dwyer, 1997). In other words, the medium (ICT) and methods combine to interact with and influence how school learners process information (Kozma, 1991). This is a prerequisite to higher or more diversified quality learning outcomes.

4.3 Expected benefits at a later stage

Socio-constructivist researchers suggest that almost everything children learn depends on social interaction. They consider it very important that computers be capable of supporting person-to-person interaction and talk in and between classroom settings for learning purposes (see Wegerif & Scrimshaw, 1997). As a support for that interaction, there are Canadian developed learning systems that offer no pre-organized content, and are designed to be used as socio-cognitive tools (for communication and collaborative learning: e.g. First Class, CSILE/Knowledge Forum).

4.3.1 Let's underline what modern learning technologies can do to support teachers engaged in:

- *teaching for understanding.* When it comes to what subjects are to be learned, contemporary learning theory puts the emphasis on complex ideas – as they occur in authentic situations – because it is known today that school learners are capable of more advanced thinking than what is usually asked of them. In such circumstances, however, the evaluation of learning outcomes requires methods that measure understanding as opposed to methods that reflect the behavioristic theories of the past (Brown, 1994).

- *making a fundamental difference to students' achievement in academic subjects.* Students then tend to review and revise their own work more, and work on longer projects. Research demonstrates more persistence in solving problems and improved written communication when students use CSILE (Scardamalia and Bereiter, 1996). When the conditions are right (teacher basic technical training, constructivist pedagogy, team work among teachers, and administrative support as in the case of the CHILD project conducted in nine Florida elementary schools over a five-year period), the learning outcomes on standardized tests as well as the mastery of advanced topics are evidenced (see Dede, 1998; Kromhout & Butzin, 1992; Kulik, 1994).

- *improving students' higher-thinking skills.* The use of networked computers as cognitive tools, that is, with software designed to enhance the cognitive powers of learners while searching for information, writing, thinking, and solving problems (Jonassen & Reeves, 1996), helps them do more advanced academic work.

- *co-constructing with students knowledge of value to others (group productivity).* There should be collaborative work spaces for on-line knowledge building, that is, learning environments in which learners must co-construct knowledge and build their expertise in specific areas of inquiry. The

Web becomes a medium for learners to construct representations of their knowledge and negotiate the results and meanings of their inquiries. This collaborative-knowledge-building model deserves increasing attention and understanding (Brown, 1997; Hewitt & Scardamalia, 1998).

5.1.1Let's also underline what modern learning technologies will do to support school learners engaged in:

- *individual or collaborative learning.* Students will have increasing opportunities to interact with on-line teachers and peer learners. On the one hand, computer-supported independent learning will also increase as virtual learning environments develop, thus stretching the individual learner's capacity for autonomy and transfer of knowledge to authentic situations. On the other hand, computer-supported collaborative learning will call upon the individual's capacity to participate with others in inquiries, problem resolution, and a variety of learning activities and projects.

- *distributed learning.* Using a proper digital learning environment, networked computers create a collaborative learning space where learning may occur when students and/or teachers are not in the same room or accessing the Internet at the same time during the day or the week. It is a shift away from one-to-one/one-to-many communication patterns and toward many-to-many communication patterns, in which multiple individuals can simultaneously contribute to a classroom discourse (Tiessen and Ward, 1998).

- *lifelong learning.* The networked computer enables the implementation of a new learning paradigm, in which learning is viewed as an active process in which ideas and concepts are acquired and, manipulating symbols and data, put to test in action for deeper understanding. Students will get a solid foundation for lifelong learning work in a rapidly changing world.

- *deep understanding of advanced topics.* Students will reach a deep understanding of what they learn given that they are interacting with teachers (face-to-face and on-line) who are capable of advanced pedagogies. The level of mastery changes. Research shows that students are capable of mastering advanced topics at an age much earlier than is commonly thought.

- *developing a sense of advocacy.* As they progress in their expertise on certain topics, and get things done (learning *artefacts*), students have increasing face-to-face and on-line opportunities to let others know what they know. The Covis Project (Lento, O'Neill, & Gomez, 1998) also observed higher scores on standardized tests.

- *growing ties with human beings all over the world.* Students' use of the networked computer, the most appropriate multifaceted instrument to come of age for the development of communication between human beings, will provide multiple opportunities to encounter others from far-reaching socio-cultural contexts.

The above mentioned benefits are of great importance to a knowledge society. While the ones expected at an early stage require connectivity and basic technical skills, the ones expected at a later stage require a shift in the role of the teacher and the learner(s). Though most innovations in social systems require knowledge, individual accountability, group goals, structure and support, networking schools and classrooms presents a major challenge to the teaching profession. The successful preparation of workers and citizens for the knowledge age requires extensive teacher professional development.

5. Vision of a framework for the teaching profession using the networked computer

The new theory of learning that is now becoming widely accepted by cognitive and educational researchers – any paradigm shift takes time in a scientific community – is transforming the model of the human learner, including the child: school learners are to be viewed as active constructors, predisposed to learn certain things more readily than others (Brown, 1994; APA, 1993). (See also the Vision of learners in the 21st century, http://www.rescol.ca/general/visions/e/vision.html)

The expectations as regards the teacher's and the learner's roles are enhanced, and ICT can support this transformation process. The mission of professional teachers will continue to encompass intellectual, social, affective, physical, and moral dimensions. But the implementation of a new learning paradigm, enabled by ICT, calls for a critical inquiry into the so-called legitimate reasons, namely that of the social foundations, for keeping on with something called teacher-talk (vertical transmission of information followed by exams centered on rote knowledge). Though the decrease in the amount of frontal instruction and a move toward more project activities and independent learning associated with using ICT may have been obvious for some time (Kerr, 1991), these developments are dramatic changes in teachers' and learners' personal and social identities. Moreover, the shift to teaching for understanding calls for the higher-thinking and social skills of school learners (Dede, 1998).

But it is the teaching for understanding approach that can best help in facing the complex task of creating intellectually stimulating learning environments and democratic classrooms for tomorrow's citizens of Canada. It is also the appropriate way to face the challenge of meeting the nation's demand for knowledge workers (see the quantitative argument advocated by Drucker, 1997). For a well-coordinated and collaborative pedagogical effort to be effective, the networked computer becomes an essential instrument of the new pedagogy. Teachers need that tool to support this pedagogy and their own on-going learning.

Just-in-time learning is envisioned as an important feature in the professional development of tomorrow's teachers (see de la Mothe's emphasis on new forms of community and culture[18]). As knowledge workers themselves, teachers need therefore the flexibility, quality, collaborative practices and distributed cognition and leadership, now being found in knowledge workers.

5.1 Meeting provincial and international standards

Cuban, the author who provided the most comprehensive review of technology use in teaching in this century, captures in the following terms (1999) the embryonic level of use of computers by teachers in the classroom:

> Out of every 10 teachers in the US, fewer than two are serious users of computers and other information technologies in their classrooms (several times a week); three to four are occasional users (about once a month); and the rest – four to five teachers out of every 10 – never use the machines at all. When the type of classroom use is examined, we find that these powerful technologies end up being used most often for word processing and low-end applications. (...) Of those same 10 American teachers, about seven have computers at home and use them to prepare lessons, communicate with colleagues and friends search the Internet, and conduct personal business.

Cuban argues that there have been attempts in the past to change the teaching-learning process and that most teachers kept embracing a hybrid form of "teacher-centered progressivism," in which lectures and "teacher talk" continued to predominate. For the networked computer to become a socio-cognitive tool, classrooms and schools will need to become more learner-centred, and stress cooperative and collaborative learning. Collaboration of all educational partners is also key for channelling the forces at play in directions that will be effective and pedagogically sound. If their view is that Canada needs independent problem solvers, higher-order thinkers, teamworkers, etc., business and industry leaders also have an important role to play. They need to advocate for and support educational initiatives that realize these objectives and standards.[19]

It is up to each province to establish their own teaching competences. As this research review suggests, technology competencies that are closely related to advanced pedagogies are more beneficial. Time is often an issue in pre-service as well as in in-service teacher education. Thus, it is important that learning about technology be reduced to the essentials in order to invest into integrating technology into the curriculum and advanced teaching practices. The seven (7) technical abilities hereafter suggested make up ethnographic research results obtained from observing networked junior high classrooms at work, and cross-referenced with the International Standards for Technology in Education (ISTE), now adopted by the National Council for Accreditation of Teacher Education (NCATE) in the US :

- To use basic software tools to produce electronic documents (text editor, slide editor, html editor, spreadsheet, data base).

- To install and use peripherals (disk drive, compact disc player, printer, digitizer, electronic projector, speakers, video camera, compact disc engraver).

- To send email messages and attached files, to create a conference list and to obtain a new email address for a new user.

- To access different resources available on the network and to edit electronic documents (W3 or ftp).

- To access and respond to messages within conferences and edit new messages, perhaps to join a new conference.

- To manage students' documents, create electronic marks sheets or portfolios on the network.

- To authorize or restrict the access to files on the network, and to authorize access to specific lists on the server.

Next to training into the basic technical skills[20], the building of a critical mass of high-quality implementations of ICT in the life of classrooms becomes the task-at-hand.

5.2 Supporting at all levels teachers willing to engage in advanced practices

A remarkable research finding came out of a recent national study conducted in the United States (Becker et al., 1998) in which 4100 teachers from 1100 schools, were surveyed, and a 70% response rate was obtained; it was found that the Internet-using teachers (5% of all teachers having their students access on-line resources and tools) were all constructivist teachers. These teachers set up more challenging learning objectives and tasks than traditional teachers, and were more interested in seeing that their teaching led to a deep understanding of content. The more schooling teachers have and the more they participate in professional development activities, the more their practice becomes constructivist. In contrast, their previous computer expertise does not seem to make much difference.

When a teacher looks for pedagogical benefits, he or she must be made aware that working with the networked computer as a tool is of a major importance, and that it is a tool whose use must be at all time subordinated to the user's needs. Modern learning technologies have undergone a metamorphosis stressed two Australian researchers, Toomey and Ketterer (1995), from teacher-proof instruments for providing instruction to valuable resources that young people can use on their own terms to help them learn. Teachers know that professional development must be essentially of their own individual making for true pedagogical benefits to unfold. Working in a school where a climate-for-change prevails is likely to influence the teacher's behavior accordingly.

While this paper recognizes that networked computers can support teachers engaged in their own school renewal or in on-line professional communities of interest, the reader must be aware, however, of Cuban's warning (1999): "what corporate cheerleaders, policymakers, and vendors who have far more access to the media [often] ignore are teachers' voices, the enduring workplace conditions within which teachers teach, inherent flaws in the technologies, and ever-changing advice of their own experts." Strong strategic partnerships aiming at improving learning are key.

School leaders as well as Faculties of Education leaders willing to make the necessary changes need grant programs in order to ensure equity of access, and to provide means to educators of educators to transform the content and process of their teaching. Incidentally, the U. S. Department of Education has just announced a $75-million-dollar program for the purpose of preparing tomorrow's teachers to use modern learning technologies – an equivalent program would request $7.5 million dollars in Canada.

Pilot projects[21] demonstrate that the sooner school teachers are equipped with a personal laptop, one that they can take anywhere, the sooner they will engage on producing digital educational materials for their classroom use and for the greater community of teachers and learners. To concentrate the effort of providing resources to the innovative teachers that are demonstrating on-going involvement in professional development activities is recommended. It might be the best group to target in order to get some fruitful results (see RITTI, a state-wide Rhode Island initiative in which 25% of state's teachers are provided a laptop).

Provincial ministries must spend funds on hardware and software, but they are also aware of the necessity of aligning forces on curriculum and teaching issues, and the SchoolNet website points to their groundbreaking efforts. As emphasized in a recent report[22], "what teachers actually need is in-depth, sustained assistance as they work to integrate computer use into the curriculum and confront the tension between traditional methods of instruction and new pedagogic methods that make extensive use of technology (p. 49)."

Vigorous ICT research and development, well-grounded and well-disseminated, is also essential to address the triple agenda facing school-based as well as university-based teachers, and understand how it is being achieved by: 1) learning the use of modern learning technologies (ICT), 2) learning to teach differently, and 3) learning to work collaboratively (at school and on-line).

5.3 Towards the collaborative culture for learning

The creative integration of ICT in the curriculum[23] is likely to bring significant changes in the way schools carry out their educational mission. The school culture is bound to open up and to become more collaborative for the teachers and learners to face the inherent changes called for by the wide acceptance of the networked computer. On-line discussions conducted on a small group, on a school basis or on a broader scale may greatly contribute to the development of realistic technology expectations (Calderon & Slavin, 1999; see Bélanger's paper, section 3.3). Locally well-established and inter-connected learning communities appear to provide most benefits: on-time access to resources, including best available practice on various subjects being studied, joint exploration of topics and issues, reflective analysis of educational situations, etc. Teacher learning communities that contribute to the intellectual life of the teacher outside the classroom (face-to-face and on-line discussions), and support his or her professional practice are key. The NetGeneration students are in the classroom. We want them to grow an identity as lifelong learners.

Whereas flexible learning delivery systems are expected to maintain the lead in education and provide individual workers/learners with the programs they need and when they need them, it becomes more and more evident that collaborative teachers' efforts and the shift to the collaborative classroom are likely to make a substantial difference in improving the condition of learning in Canada.

Conclusion

True enough, technology has automated many tasks but above all, it has challenged school learners and teachers to look at the world differently, and has presented them with additional opportunities for a more knowledgeable and creative performance. Their thoughtful and successful use of ICT in the classroom is of immense importance. Should the teachers get adequate access to the ICT and to professional development as to how to use it in their teaching, their pedagogical and technical abilities are bound to be enhanced by it.

Furthermore, in view of the fact that the location of the teacher's work is a factor which is now of much less importance, there are likely to be local people more involved in school life. This clearly constitutes a new avenue for the innovative teachers.

It must be pointed out that the new school learner, now well educated to get access to a worldwide available source of knowledge and equally well educated to make use of it, will surely feel less constrained when the time to look for a job arrives.

For all of us, the integration of multimedia network computers into education and training should be regarded as an opportunity and challenge to revitalize education for both teachers and students.

References

American Psychological Association, & Mid-Continent Regional Educational Laboratory (MCREL) (1993). *Learner-centered psychological principles: Guidelines for school redesign and reform.* Washington, D.C.: APA.

Bates, T. (1998). Educational multi-media in a networked society. [Available on-line]: http://bates.cstudies.ubc.ca/edmedia.html

Becker, H. J., Ravitz, J., Riel, M. M., & Wong, Y. T. (1998). *Teaching, learning and computing: 1998, A national survey of schools and teachers describing their best practices, teaching philosophies, and uses of technology.* [Available on-line]: http://www.crito.uci.edu/tlc/

Bereiter, C. (1998). *Education and mind in the knowledge age.* [Available on-line]: http://csile.oise.utoronto.ca/edmind/edmind.html

Berge, Z. L. & Collins, M. P. (Eds.). (1998). Wired together: *The on-line classroom in K-12. Vol 1: Perspectives and instructional design.* Cresskill, NJ: Hampton Press, Inc.

Bracewell, R., Laferrière, T., Breuleux, A., Benoit, J, et Abdous, M. (1998). *The emerging contribution of on-line resources and tools to classroom learning and teaching.* Ottawa : Rescol Canada. [Available on-line]: http://www.fse.ulaval.ca/fac/tact/fr/html/apport/app98_es.html

Brown, A. L. (1994). The advancement of learning. *Educational Researcher, 23*(4), 4-12.

Brown, J. S., & Duguid, P. (1996). The social life of documents. First Monday. [http://www.firstmonday.dk].

Bruer, J. T. (1993). *Schools for thought.* Cambridge, MA: The MIT Press.

Calderon, M., & Slavin, R. (Eds.) (1999). Building community through cooperative learning. *Theory into practice, 38*(2) (special edition).

Breuleux A., Laferrière, T., & Bracewell, R.J. (1998). Networked learning communities in teacher education. In S. McNeil, J.D. Price, S. Boger-Mehall, B. Robin, J. Willis (Eds.), *Proceedings of SITE 98, the 9th International Conference of the Society for Information Technology and Teacher Education.* Charlottesville, VA: Association for the Advancement of Computing in Education.

Clark, R. (1983). Reconsidering research on learning from media. *Review of Educational Research, 53*(4), 445-459.

Clark, R. (1994). Media will never influence learning. *Educational Technology, Research and Development, 42*(1), 21-32.

Collis (1996). *Tele-learning in a digital world: The future of distance learning.* London: International Thompson Computer Press.

Cuban, L. (1999). The technology puzzle. *Education Week,18*(43). [Available on-line]: http://www.edweek.com/ew/vol-18/43cuban.h18

Dede, C. (1997). Rethinking how to invest in technology. *Educational Leadership, 55*(3), 12-16.

Dede, C. (1998). *Learning with technology.* Alexandria, VI: ASCD Yearbook 1998.

Drucker, P. F. (1997). Looking ahead: Implications of the present. *Harvard Business Review,* Sept.-Oct., 19-24.

Grégoire, R., Bracewell, R., & Laferrière, T. (1996). *The contribution of new technologies to learning and teaching in elementary and secondary schools: Documentary review.* Ottawa, Canada: SchoolNet. [Available on-line]: http://www.fse.ulaval.ca/fac/tact/fr/html/apport/impact96.html

Hewitt, J. et Scardamalia, M. (1998). Design principles for distributed knowledge building processes. *Educational Psychology Review, 10*(1), 75-96.

Hsi, S., & Hoadley, C. M. (1997). Productive discussion in science: Gender equity through electronic discourse. *Journal of Science Education and Technology, 10*(1).

International Society for Technology in Education (ISTE). Standards Projects. [Available on-line]: http://www.iste.org/Standards/index.html

Jonassen, D. H., & Reeves, T. C. (1996). Learning **with** technology: Using computers as cognitive tools. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology,* pp. 693-719. New York: Macmillan Pub Co.

Kerr, S. (1991). Lever and fulcrum: Educational technology in teachers' thought and practice. *Teachers Colllege Record, 93*(1), 115-136.

Kieren, T. (1998). *ICT in Schools: A decade of developments, future possibilities,* D. Tinsley & D. Johnson (eds.). Chapman Hall for IFIP, ISBN 0 412 82100 1.

Kozma, R. B. (1991). Learning with media. *Review of Educational Research, 61*(2), 179-211.

Kromhout, O, & Butzin, M. (1992). Integrating computers into the elementary classroom curriculum. *Journal of Research on Computing in Education, 26*(1), 34-45.

Khalili, A., & Shashaani, L. (1994). The effectiveness of computer applications: A meta-analysis. *Journal of Research on Computing in Education, 27*(1), 48-59.

Kulik, J. A. (1994). Meta-analytic studies of findings on computer-based instruction. In E. L. Baker, and H. F. O'Neil, Jr. (Eds.). *Technology assessment in education and training.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lento, E. M,, O'Neill, K., & Gomez, L. M. (1998). Integrating Internet Services into School Communities. In C. Dede, C., *Learning with technology,* pp. 171-198. Alexandria, VI: ASCD Yearbook 1998.

Lewis, W. A. (1999). ICT infomation gathering project. Ottawa: Information Highway Applications Branch.

Maddux, C. D., Johnson, D. L., & Willis, J. W. (1997). *Educational computing: Learning with tomorrow's technologies.* Boston: Allyn & Bacon.

Macnab, D., & Fitzsimmons, G. (1998), The learning equation (TLE) Mathematics: Evaluation of the TLE Math, TLE vs. traditional methods of instruction. Psychometics Canada Ltd

Massey, W., & Zemsky, R. (1995). *Using information technology to enhance academic productivity.* Washington, DC: Educause. [Available on-line: http://www.educause.edu/nlii/keydocs/massy.html]

O'Neil, J. (1995). ON technology schools: A conversation with Chris Dede. *Educational Leadership, 53*(2), 6-12.

Owston, R., & H. H. Wideman (submitted in a refereed journal). Word processors and Children's Writing in a High Computer Access Setting. [Available on-line]: http://www.edu.yorku.ca/~rowston/written.html

Piper, T., Power, D., & Stevens, K. (1998). From closed to open classes: Telelearning and the management of isolation in Newfoundland and Labrador. Paper presented at Telelearning '98, Vancouver.

Resnick, L. B., & Resnick, D. P. (1991). Assessing the thinking curriculum: New tools for educational reform. In B. R. Gifford & M. C. O'Connor (Eds.), *Future assessment: Changing views of aptitude, achievement and instruction.* Boston: Academic Press.

Resnick, L. (1998). From aptitude to effort: Learnable intelligence and the design of schooling. E. L. Thorndike Award Address, Annual Meeting of the American Psychological Association, San Francisco.

Riel, M. (1995). Cross-classroom collaboration in global learning circles. *Sociological Review.* Oxford, UK: Blackwell.

Roth, W. F., & McGinn, M. K. (1998). Inscriptions: Toward a theory of representing as social practice. *Review of Educational Research, 68*(1), 35-59.

Sandholtz, J. H., Ringstaff, C., & Dwyer, D. C. (1997). *Teaching with technology.* New York: Teachers College Press.

Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1996). Computer support for knowledge-building communities. In T. Koschmann, (Ed.). *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm.* Mahwah, NJ: Erlbaum.

Schofield, J. W. (1995). *Computers and classroom culture.* New York: Cambridge University Press.

Tapscott, D. (1998). *Growing up digital: The rise of the Net Generation.* New York: McGraw-Hill.

Tiessen, E. L., & Ward, D. R. (1998). Creating shared understanding through distributed learning. In Z. L. Berge & M. P. Collins (Eds.). *Wired together: The on-line classroom in K-12: Vol. 1. Perspectives and instructional design* (pp. 175-183). Cresskill, NJ: Hampton Press Inc.

Toomey, R., & Ketterer, K. (1995). Using multimedia as a cognitive tool. *Journal of Research on Computing in Education, 27*(4), 472-482.

Wang, M. C., Haertel, G. D. et Walberg, H. J. (1993). Toward a knowledge base for school learning. *Review of Educational Research, 63*(3), 249-294.

Wegerif, R., & Scrimshaw, P. (Eds.). (1997). *Computers and talk in the primary classroom.* Clevedon, UK: Multilingual Matters.

---

[1] D. Tapscott presents (1998) the characteristics of the new culture of work (p. 211).

[2] The constructivist approach sees learning as an active process in which the learner is constructing a perspective or understanding through social interaction. Purely adding new data (rote knowledge) without structure or relationship to that which already exists is considered not enough. New information must connect with the learner's prior knowledge. The learner is active when building upon, extending or restructuring knowledge already acquired. Conceptual growth comes from the sharing of multiple perspectives, and deep learning occurs when mental models are revised.

[3] See STATS Canada's SITE Study to be released later this month for the latest data on the availability and use of computers in Canadian schools.

[4] P. Druckers argues (1997) that the only comparative advantage of the developed countries in the future will be in the supply of knowledge workers.

[5] See M. Fullan's works on educational change. See also the COMMITT Report, entitled *Courage & Care* (The Netherlands).

[6] E. M. Lento, K. O'Neill, & L. Gomez (1998) demonstrate best this point; see also T. Kieren (1998).

[7] For relevant presentations of modern learning theory: J. T. Bruer (1993), A. L. Brown (1994), L. Resnick (1998).

[8] See D. Macnab & G. Fitzsimmons (1998).

[9] Technology use is often at first a success story and later, a disappointment of sort, because, after all, it is the method of instruction and the media that count, not the media alone, see R. Clark, 1983, 1994; J. W. Schofield, 1995; Grégoire Inc., R. Bracewell, & T. Laferrière, 1996.

[10] The integration of ICT to the curriculum is the target of the SNAB's Research and Measurement Committee.

[11] See A. Breuleux, T. Laferrière, & R. Bracewell, 1998, and the University of Twente in The Netherlands, see Collis, 1996.

[12] The keen observer, however, detects the novelty effect, that is, the fact that a new learning method is becoming more exciting, while temporarily enjoying a significant increase in the learning performance. The Hawthorne effect must also be considered, that is, that any intervention tends to have positive effects merely because of the attention of the experimental team to the subjects' welfare.

[13] The SITE Study results will soon be available from STATS Canada, and provide most recent data.

[14] For a meta-analysis of research results in the use of the computer in the classroom that points to an average reduction of 34% of learning time, see Kulik, 1994; Khalili & Shashaani, 1994. In relation to writing, see Owston & Wideman, submitted. For reviews on the contribution of ICT on learning and teaching, see Grégoire et al., 1996; Bracewell et al., 1998.

[15] See Macnab, D., & Fitzsimmons, G. (1998).

[16] These initiatives are: The National School Network (NSN) organized by BBN in Cambridge, MA; the Rhode Island Teachers and Technology Initiative (RITTI), and the Union City On-line (UC) funded by the National Science Foundation.

[17] *Ibid.*

[18] de la Mothe (1999) points to the fact that "people and organizations are learning to cooperate as a competitive and survival strategy and in so doing they are using new information and communications technologies to network and reformulate the nature of their activity and to solve problems."

[19] Lewis (1999) provides a useful overlook at what is being done in other countries, namely in England, Scotland, Wales and the Republic of Ireland.

[20] In the U.S., teachers report using the Internet now slightly less for developing their technical skills and awareness and more for getting information for instructional use (70-77%).

[21] See the ASCD 1998 Yearbook, edited by C. Dede.

[22] See the *Report to the President on the use of technology to strengthen K-12 Education in the United States*, prepared by the President's Committee of Advisors on Science and Technology.

[23] *EdWeek* (1999). Building the digital curriculum, Technology counts'99, http://www.edweek.org/sreports/tc99/

Version finale et revue après traduction

Avantages des technologies de l'information et des communications (TIC) pour l'enseignement et l'apprentissage dans les classes de la maternelle à la fin du secondaire

Document préparé pour Rescol
Industrie Canada

Par Thérèse Laferrière
en collaboration avec Alain Breuleux et Robert Bracewell
Réseau des centres d'excellence en téléapprentissage

Le 28 septembre 1999

Table des matières

	Page
Introduction : L'apprentissage dans un contexte de croissance et d'abondance en voie de transformation	2
1. Le projet d'apprentissage du Canada en tant que société du savoir	2
2. Qu'entend-on par l'intégration des TIC et ses avantages?	3
3. Les utilisations exemplaires des TIC dans les domaines de l'enseignement et de l'apprentissage au Canada	4
4. Les avantages des TIC dans l'apprentissage et l'enseignement	6
4.1 Les avantages pour les apprenants à un stade précoce d'utilisation des ordinateurs branchés en réseau	7
4.2 Les avantages que les enseignants perçoivent (à un stade d'utilisation intermédiaire : de 3 à 5 ans)	9
4.3 Avantages attendus à un stade ultérieur	11
5. Esquisse d'un cadre de travail pour les enseignants qui utilisent l'ordinateur branché en réseau	13
5.1 Répondre à des normes provinciales et internationales	14
5.2 Offrir un soutien à tous les échelons aux enseignants désireux d'adopter des pratiques de pointe	16
5.3 Vers une culture de collaboration pour favoriser l'apprentissage	17
Conclusion	18
Bibliographie	19
Notes	22

Introduction : L'apprentissage dans un contexte de croissance et d'abondance en voie de transformation

L'initiative Rescol nous a sensibilisés au fait que les réseaux électroniques pourraient grandement aider à positionner le Canada dans l'économie du savoir, et à l'application possible des réseaux à haute vitesse à des fins d'apprentissage avec le multimédia de la maternelle à la fin du secondaire. Le Conseil consultatif national de Rescol envisage maintenant les prochaines mesures stratégiques à prendre pour relever le défi en posant la question suivante : *Dans une société du savoir, l'investissement dans le matériel, les didacticiels et le perfectionnement professionnel des enseignants nous permettra-t-il d'aboutir à une «forme supérieure d'apprentissage» pour les Canadiens?* Étant donné les retombées pédagogiques et économiques prometteuses que produit déjà l'utilisation de technologies d'apprentissage modernes dans les écoles, il semble que le Canada, en tant que membre de la famille des nations industrialisées, voudra mettre sur pied des initiatives qui permettront d'améliorer l'enseignement et l'apprentissage.

L'intégration des TIC dans les écoles et les classes, de la maternelle à la fin du secondaire, en est encore au premier stade et il faudra des années avant qu'on puisse en évaluer adéquatement les avantages pédagogiques. Par ailleurs, rien ne justifie qu'on mette un terme à l'investissement soutenu dans les TIC. L'expérience a montré que, dans le domaine de l'éducation, il est rare qu'on puisse faire état de façon convaincante de résultats positifs applicables à un grand nombre d'élèves. Aujourd'hui, cependant, un nombre de plus en plus grand de chercheurs, y compris des spécialistes de la cognition et des formateurs d'enseignants, admettent que le processus d'enseignement et d'apprentissage doit évoluer. On soutient qu'il faut diminuer les cours magistraux et le «par cœur» (l'accumulation et la rétention de faits, de principes et de méthodes), pour faire place à l'enseignement pour faire comprendre (Bereiter, 1998), l'apprentissage tout au long de la vie et l'acquisition d'habiletés supérieures de pensée.

Les dirigeants d'entreprise comptent désormais parmi les partisans de ces nouvelles façons de faire en matière de pédagogie. Les entreprises et les industries se rendent compte que la nouvelle culture du travail (l'ouverture, la collaboration, l'innovation, l'évaluation des gens en fonction de leur contribution, les nouveaux pouvoirs, la loyauté et la confiance[1]) exige que nous modifiions notre conception de l'apprentissage et, par conséquent, la façon d'enseigner. La méthode traditionnellement admise oblige les apprenants à garder le silence la plupart du temps et à faire preuve de conformisme et d'obéissance - c'est la métaphore du «travailleur à la chaîne» -, qui alors s'impose. L'approche constructiviste[2] de l'apprentissage correspond davantage à ce qu'on attend désormais du travailleur du savoir (recherche d'informations, résolution de problèmes complexes, réflexion de niveau supérieur, communication et aptitudes à la collaboration). Comme on doit préparer tous les élèves à apprendre tout au long de leur vie et à se comporter en citoyens productifs et responsables sur le plan social, une nouvelle vision de l'apprentissage est requise (à ce propos, voir le document de Rescol intitulé *Apprendre au 21e siècle : Énoncé de perspectives sur les apprenantes et les apprenants*). Dans le présent document, on étudiera les liens entre la technologie de pointe et la pédagogie de pointe, ce qui nous permettra d'identifier les éléments de base d'une stratégie visant à en exploiter pleinement le potentiel de façon à accroître l'apprentissage et le rendement des élèves.

1. Le projet d'apprentissage du Canada en tant que société du savoir

Selon Bates (1998), les apprenants du XXI[e] siècle devront non seulement avoir accès à des documents audio et vidéo, à des textes et à des données, mais aussi pouvoir les combiner, les créer et les transmettre. Notre société sera-t-elle en mesure de préparer les élèves de la maternelle à la fin du secondaire à devenir des travailleurs du savoir si différents des travailleurs à la chaîne et de leur mentalité conformiste? Si oui, seront-ils en nombre suffisant? Il s'agit d'un enjeu critique auquel devront s'intéresser les systèmes d'éducation du Canada. Tant et aussi longtemps que les ordinateurs demeurent confinés dans des laboratoires d'informatique, ils sont coupés du reste du programme d'études et de la vie des classes. Dès que les ordinateurs font leur entrée dans la classe, l'enseignant et les apprenants sont mis en présence de possibilités et de défis nouveaux dans la mesure où ils doivent non seulement apprendre, mais apprendre avec des ordinateurs[3].

C'est notre capacité collective de reconceptualiser l'apprentissage et l'enseignement qui est aujourd'hui en jeu. La reconceptualisation suppose une «revitalisation» du rôle de l'enseignant (entendre le modèle du travail à la chaîne), qui doit s'éloigner de la technologie utilisée dans les années 50 et 60 pour répondre aux exigences de l'enseignement : des cours d'une durée de 50 minutes, 180 élèves par jour, l'isolement des enseignants, et l'admission dans des établissements d'enseignement supérieur reposant sur des décisions prises en fonction de résultats à des tests et à des cours pré-requis. Malheureusement, ce modèle fait toujours partie des mœurs d'un grand nombre d'enseignants, qui considèrent encore la transmission systématique d'information (leur *techne*) comme étant leur rôle principal.

Les technologies de l'information et des communications (TIC) nous offrent une occasion et un défi uniques d'adopter une démarche plus humaine de l'enseignement et de l'apprentissage afin de préparer des citoyens avertis, démocrates et responsables sur le plan social. Par conséquent, on aurait tort ici de minimiser le rôle que l'enseignant est appelé à jouer dans l'éducation du travailleur de la connaissance de demain - la formation à et la culture de la compréhension (*episteme,* savoir quoi) et du jugement pratique (*phronesis,* savoir pourquoi) - et d'exagérer celui de la production si habile soit-elle d'*artefacts* et de la maîtrise spécialisée de tâches axées sur des objectifs spécifiques (*techne,* savoir comment). Cette nouvelle pédagogie constitue un modèle non seulement de relations humaines améliorées, mais aussi de processus sociocognitifs appliqués en classe.

Cependant, il importe de ne pas perdre de vue la nature des effets probables d'une modification de la vision de ce qu'est l'apprentissage. Il s'agit d'une entreprise de la plus grande importance, et la cohérence constituera ici un enjeu transcendant. Ainsi, il est possible qu'un système d'éducation mette l'accent d'une façon nouvelle sur la pensée critique ou la résolution de problèmes mais, le moment venu d'évaluer l'apprentissage des élèves, s'en remette au par cœur. On doit définir des mécanismes pertinents, et il faudra du temps pour les mettre au point et les diffuser. On aura beau disposer de TIC, aucun changement notable n'interviendra si les anciennes et étroites prescriptions pédagogiques s'imposent toujours.

Ce sont là d'importantes questions qui auront une incidence sur notre avenir au Canada[4]. Des forces extérieures et la concurrence mondiale exigent non seulement une analyse en profondeur, mais aussi un plan d'action dynamique et stratégique.

2. Qu'entend-on par l'intégration des TIC et ses avantages?

Selon qu'une collectivité décide d'investir dans l'utilisation de didacticiels tirés d'Internet et que les enseignants ne peuvent modifier ou, encore, dans le *replacement de* l'enseignant dans

un rôle moins mécanique que celui dans lequel le confine souvent la gestion des grands nombres, en particulier à l'école secondaire (le modèle de l'école usine), les avantages seront relativement différents; voilà pourquoi le bon sens pratique incite à adopter une démarche équilibrée. Il est difficile de justifier le choix trop prononcé de la première orientation. S'en remettre à la deuxième, cependant, traduit une attitude plutôt naïve lorsqu'on considère comment fonctionnent la plupart des classes conventionnelles. Il est vrai que tout changement suppose des connaissances, des pressions et des mesures de soutien[5]; en outre, dans le cas qui nous préoccupe, on ne doit pas oublier que le perfectionnement professionnel des enseignants qui utilisent les TIC comme outil pédagogique revêt une importance tout aussi cruciale.

La situation actuelle de l'éducation se compare favorablement à celle de la médecine au début du XX^{e} siècle. La recherche et la technologie ont transformé la pratique de la médecine et produit des bienfaits énormes. Aujourd'hui, un défi analogue attend le domaine de l'éducation. Au fur et à mesure que la technologie se raffine et s'installe dans la classe, l'enseignant doit, de concert avec les apprenants, définir les sujets d'intérêt et d'investigation ou les ressources Internet qu'il convient d'explorer. La structure d'une activité d'apprentissage, en particulier la façon dont elle est prend assise dans l'expérience de l'élève, revêt une importance plus grande que les caractéristiques de la technologie elle-même[6]. Le résultat, que bon nombre de personnes préoccupées par les TIC et l'éducation n'avaient pas prévu, est que l'enseignant, avec l'avènement de la technologie de pointe, voit davantage sa compétence interpellée au plan pédagogique qu'au plan technologique.

Ici, toutefois, on doit se rappeler que les divers fondements (théories) psychologiques ne sont pas complètement dégagées des croyances concernant comment l'humain apprend et réfléchit. S'agissant des conditions de recherche requises pour donner de la fiabilité à l'interprétation des décisions pédagogiques de l'enseignant, on constate que les théories et les modèles qui lient l'apprentissage, l'enseignement et la technologie sont eux-mêmes fondés sur des résultats de recherche en compétition les uns avec les autres. Il est difficile de concilier ces points de vue différents mais, à la lumière des percées récentes réalisées dans le domaine des sciences cognitives[7], on doit convenir que la définition des similitudes et des incompatibilités sous-jacentes entre les buts et les moyens est en réalité moins problématique aujourd'hui qu'il y a dix ans (les données font ressortir le rôle de l'enseignant à titre d'apprenant, de guide et d'explorateur dans une classe et dans une société branchée).

3. Les utilisations exemplaires des TIC dans les domaines de l'enseignement et de l'apprentissage

Les cas qui suivent illustrent l'ampleur et la qualité des utilisations novatrices des TIC à des fins d'apprentissage dans les classes de la maternelle au secondaire:

- **Laboratoires informatisés et interactifs dans le domaine des sciences, de la technologie et des mathématiques**. Un certain nombre d'écoles secondaires de Terre-Neuve et du Labrador ont fait l'expérience de classes virtuelles dans l'intention de contrer l'isolement (voir http:www.k12.nf.ca/clarenville-high). L'intranet numérique du Vista School District dénote un changement à deux égards : d'une part, le programme d'études et la technologie et, d'autre part, la réorganisation des classes dans le cadre d'un intranet. Les résultats des recherches préliminaires laissent entrevoir une transition dans les modes d'enseignement et d'apprentissage qui, jusqu'alors fermés, deviennent ouverts (Piper, Power et Stevens, 1998). Dans le même ordre d'idées, citons *ITP Nelson*

Canada/The Learning Equation (TLE), un programme mené en partenariat avec les provinces de l'Ouest canadien qui ont collectivement mis au point des ressources mathématiques informatisées. Même s'ils ne sont pas offerts en ligne, mais plutôt sur des cédéroms, ces documents interactifs annoncent le genre de simulations, de visualisations et d'activités interactives de pointe centrées sur l'apprenant qui seront de plus en plus souvent offerts en ligne. L'élève s'engage dans un apprentissage ainsi que dans des activités interactives (p. ex., les manipulations directes à l'écran, c.-à-d., la géométrie dynamique). Les résultats de l'évaluation menée par Psychometrics Canada Ltd laissent entrevoir un effet positif sur l'apprentissage des élèves. Des études plus poussées nous en apprendront probablement beaucoup sur les effets à long terme et sur les facteurs qui expliquent les écarts marqués entre les classes qui utilisent *TLE* et celles qui ne l'utilisent pas, que ces classes soient dans la même école ou dans des écoles différentes[8].

- **L'exemple des Writers in Electronic Residence : relier les élèves à des écrivains-experts**. Dans le cadre du projet WIER, on a recours à un système de conférence électronique (FirstClass) pour que des élèves étudiant leur langue maternelle puissent entrer en contact avec des auteurs et des enseignants répartis en différents lieux du Canada et qu'ils puissent, ensemble, échanger et analyser des œuvres originales. Chaque année, jusqu'à 120 classes des quatre coins du pays participent au programme; elles se composent d'élèves du premier cycle du primaire au deuxième cycle du secondaire. La qualité de l'écriture s'améliore, au même titre que l'organisation et la mécanique des textes (Owston et Wideman). Les enseignants ont eu l'occasion de soulever des problèmes et des questions auprès de pairs plus expérimentés, et le personnel du WIER, qui a participé à la tribune en ligne, a réussi à répondre à la quasi totalité des besoins en matière de soutien, si on excepte des difficultés techniques ponctuelles (http://www.edu.yorku.ca/csce/tech98-3.pdf). Dans le domaine de l'écriture assisté par le Web, Rédaction de Rescol représente une activité de plus grande envergure. Sous l'égide et la coordination de STEM~Net, Rédaction de Rescol est devenu un service national pour les élèves, fourni par eux. Réunis en réseau, les élèves s'adonnent au journalisme électronique (http:www.stemnet.nf.ca/snn/). Il s'agit de deux programmes qui illustrent ce qu'on peut obtenir en ligne dans le domaine très important de l'écriture.

- **L'exemple de CSILE : collaboration en réseau pour favoriser la compréhension**. L'équipe de recherche de l'IÉPO/UT a réalisé bon nombre d'études montrant les avantages de la démarche socioconstructiviste aux fins de l'apprentissage approfondi. Les apprenants engagés dans un processus d'apprentissage coopératif assisté par ordinateur s'écartent des modèles de communication un à un et un à plusieurs; on constate que les élèves du primaire qui utilisent le logiciel CSILE/Knowledge Forum apportent des contributions de qualité supérieure au discours en classe. On peut gérer les communications plusieurs à plusieurs de façon productive. Les élèves, tandis qu'ils explorent des sujets plus poussés que ce qu'on observe habituellement dans les classes du primaire, deviennent plus responsables et plus actifs. On trouvera sur le site Web de CSILE (http://csile.oise.utoronto.ca) des documents faisant état d'études menées au Canada. Aux États-Unis et dans d'autres pays, on utilise cette technologie et cette pédagogie canadienne de pointe, et on leur consacre des recherches.

- **L'exemple de PROTIC : un programme axé sur l'apprentissage avec les TIC)** Dans le cadre de ce programme d'école dans l'école, des élèves du secondaire, chacun muni d'un ordinateur portatif branché en réseau, consacrent environ les deux tiers du temps

passé en classe chaque année à des travaux d'apprentissage individuel et coopératif/collaboratif. Les compétences technologiques sont enseignées non pas pour elles-mêmes, mais plutôt dans le contexte d'activités du programme d'études dans lesquelles l'apprentissage avec les pairs est nettement discernable. Les apprenants doivent relever les défis liés à l'apprentissage et à l'enseignement à partir d'information accessible de façon non pas linéaire, mais plutôt complexe; les travaux deviennent plus visibles pour les uns et les autres. On s'affaire présentement à l'analyse du sens, des situations reconstituées et des résultats d'apprentissage de l'utilisation quotidienne d'ordinateurs reliés en réseau, et les résultats préliminaires sont positifs. Les travaux effectués dénotent des compétences métacognitives, technologiques et analytiques ainsi qu'une compréhension approfondie de certains sujets (http://protic.net).

Dans chacun des cas, on a évalué les travaux de recherche, ou on le fait présentement. Ces études s'inspirent de ce que nous savons des avantages des TIC dans le domaine de l'apprentissage et elles y contribuent.

4. Les avantages des TIC dans l'apprentissage et l'enseignement

Si les conditions favorables d'accès et d'utilisation sont réunies, les TIC procurent des gains considérables en ce qui concerne l'apprentissage chez les élèves. Surtout, il faut se rappeler que ce n'est pas le médium en soi qui compte[9]. Il importe que les enseignants perçoivent clairement le lien entre l'utilisation des TIC et le programme d'apprentissage[10]. Il existe une corrélation étroite entre les effets attendus des TIC sur l'apprentissage et les capacités des enseignants et des apprenants à les utiliser. Dans une certaine mesure, on doit d'abord s'initier à la technologie avant de pouvoir apprendre grâce à elle. Tant et aussi longtemps qu'un progiciel donné n'aura pas été maîtrisé un tant soit peu, les enseignants n'auront pas le sentiment que leurs élèves ou eux-mêmes gagnent du temps en l'utilisant. Maddux, Johnson et Willis (1997) établissent une distinction entre deux types d'utilisation des ordinateurs dans le domaine de l'éducation : les applications du type I sont celles dans lesquelles on utilise la technologie pour enseigner les mêmes contenus qu'auparavant, à ceci près que l'outil rend éventuellement l'apprentissage plus facile, plus rapide et plus efficient; quant aux applications du type II, elles sont nouvelles et fournissent de meilleurs moyens d'enseigner avec le soutien de la technologie et d'autres éducateurs professionnels. Ainsi qu'on l'a observé au Canada et ailleurs, des réseaux de connaissance décentralisés sur le plan social favorisent l'émergence d'un nouveau paradigme appelé l'interconnectivité[11]. En ce qui concerne la technologie éducative, l'un des principaux conseillers du gouvernement fédéral des États-Unis fait valoir les avantages pédagogiques de l'interconnectivité :

> [Traduction] «L'apprentissage collaboratif, la construction de connaissances et les « apprenticeships » ne sont pas des concepts nouveaux dans le domaine. Cependant, ceux-ci n'ont jamais été viables. Les enseignants qui y font appel s'épuisent. Pourquoi? Parce qu'ils ne disposent pas d'une infrastructure pour les soutenir. La technologie peut favoriser l'établissement d'une infrastructure d'appoint qui permet d'utiliser ces modèles puissants sans s'épuiser (Dede, dans O'Neil, 1995).»

Après tout, les systèmes d'éducation conçus au début du siècle en s'appuyant sur la théorie de l'enseignement et la technologie dont on disposait à cette époque. Comme la plupart des enseignants font toujours appel au mode traditionnel d'enseignement, ils ont tout naturellement

l'impression qu'il reste peu de temps en classe pour utiliser de façon créative les ordinateurs branchés au réseau. S'écarter des modes de fonctionnement traditionnels et mettre au point de nouveaux cadres d'apprentissage constituent en soi une tâche monumentale, et il est urgent qu'on sensibilise les enseignants au fait que, de ce point de vue, les TIC peuvent être d'un immense secours.

Dans les écoles et les classes, les TIC tendent à susciter l'intérêt et la motivation des apprenants[12]. La méta-analyse la plus poussée consacrée à l'apprentissage scolaire (Wang, Haertel et Walberg, 1993) montre que c'est l'existence d'un lien positif entre l'apprenant et le milieu d'apprentissage qui semble être le facteur le plus déterminant. Aux yeux des élèves qui n'ont pas accès à un ordinateur branché en réseau à la maison, la classe devient plus attrayante dès qu'elle est branchée. En ce qui concerne tous les apprenants qui n'ont pas accès au réseau à la maison[13], la présence d'ordinateurs dans les écoles et les classes contribue à réduire l'écart entre ceux qui disposent d'un ordinateur à la maison et ceux qui n'en ont pas. Sur le plan de l'équité, le fait que les communications numériques peuvent favoriser une participation plus équitable parmi les groupes défavorisés constitue un gain additionnel (Hsi et Hoadley, 1997).

4.1 Les avantages pour les apprenants à un stade précoce d'utilisation des ordinateurs branchés en réseau

Voici les avantages pédagogiques précoces qu'on peut attendre dans les années qui suivent l'intégration des TIC dans les écoles et les classes, en supposant une utilisation et un accès suffisants.

4.1.1 Avantages à attendre du point de vue du contenu

- *Acquisition de compétences en informatique et en réseautage.* Aux stades préliminaires de l'intégration des TIC, toutes les personnes qui s'initient aux ressources et aux outils en ligne doivent prendre le temps de se familiariser avec les possibilités de base de l'ordinateur et du réseau. En ce qui concerne l'utilisation possible de l'outil, le design des logiciels revêt une importance critique. On doit maîtriser certaines activités et applications du Web (sur Internet ou intranet), et c'est précisément dans ce but qu'on conçoit des activités pratiques et des travaux en classe. Les activités varieront selon la perception du rôle de l'ordinateur, soit comme didacticiel, soit comme outil.

- *Accès à un éventail plus large de matières et de cours.* On doit appliquer le principe de l'égalité des chances sur le plan du contenu (choix) aussi bien que de la connectivité (accès). Dans les écoles rurales et éloignées, les ordinateurs branchés au réseau peuvent s'avérer particulièrement utiles dans la mesure où ils permettent d'accéder à un éventail sans cesse grandissant de ressources d'apprentissage et de bibliothèques éloignées, tout en donnant aux élèves l'occasion de participer à des expériences d'apprentissage virtuel.

- *Approfondissement de l'apprentissage des matières scolaires.* La question de savoir si les TIC peuvent stimuler l'apprentissage a été résolue. Lorsque les enseignants qui utilisent des TIC bénéficient du soutien adéquat, on constate des progrès au chapitre de

l'apprentissage des élèves[14]. C'est la mesure exacte de ces progrès qui constitue un véritable défi. Au fur et à mesure qu'on adopte plus largement des pratiques novatrices faisant appel aux TIC, le soutien tend à s'amenuiser, et les résultats de l'apprentissage, à être décevants. Lorsque l'innovation est associée de près à un programme d'études particulier, l'enseignant peut plus facilement intégrer la technologie à son travail. Le didacticiel interactif *The Learning Equation (TLE)*, mentionné précédemment, représente une tentative de ce genre. L'évaluation de *TLE* menée dans les classes de mathématiques de la 9e année fait état de résultats d'apprentissage plutôt encourageants[15]. Ces résultats montrent également que l'innovation doit intervenir en même temps dans le programme d'études, la pédagogie, l'évaluation et l'organisation scolaire. Le temps et les efforts consacrés aux technologies d'apprentissage modernes seront alors plus susceptibles de produire de meilleurs résultats d'apprentissage (Dede, 1997).

4.1.2 Avantages à attendre du point de vue des processus

- *Utilisation de technologies passionnantes, conviviales et stimulantes.* Pour associer les apprenants à des activités et à des matériels d'apprentissage significatifs et pour obtenir leur adhésion sur le plan intellectuel, on doit réunir les éléments de base de tout enseignement efficace. Dans certains cas, on utilise l'ordinateur branché en réseau comme outil pour reproduire ou produire (des textes et des images) ou encore pour soutenir des études ou des travaux individuels, collectifs ou menés en classe. Dans trois des plus importants programmes menés aux États-Unis[16], la plupart des élèves utilisent Internet pour exécuter des travaux individuels (de 40 à 60 p. 100). Les travaux en équipe et les loisirs viennent au deuxième rang (de 25 à 50 p. 100), devant l'utilisation par toute la classe (de 8 à 18 p. 100). Dans d'autres cas, l'enseignant peut faire appel à l'ordinateur branché en réseau (au fur et à mesure que l'accès et le contenu augmentent) pour présenter des activités d'apprentissage à caractère plus visuel, lesquelles sont susceptibles de s'adapter au rythme d'apprentissage de l'apprenant. À condition que l'apprenant fournisse un effort suffisant, on a noté une réduction du temps d'apprentissage (34 p.100 de moins, Kulik 1994), même si on a aussi fait valoir la difficulté d'appliquer un tel apprentissage dans des situations réelles (pour les mathématiques, par exemple, voir Kieren, 1998).

- *Plus de commodité.* Avoir accès en tout temps et en tout lieu à de l'information et à d'autres personnes aux fins de communication et de collaboration permet plus de souplesse, tout en enrichissant les ressources pédagogiques. On pourra ainsi assurer une certaine continuité dans l'apprentissage d'un élève lorsqu'il n'est pas en mesure d'accéder physiquement à l'école.

- *Un éventail plus large d'activités d'apprentissage.* À court terme, l'utilisation du Web se cantonnera probablement aux premiers niveaux d'interaction avec l'information en ligne (examiner différents sites et leurs caractéristiques, chercher des renseignements et les organiser). Parmi les enseignants qui permettent à leurs élèves d'utiliser des applications complexes d'Internet, 7 p. cent de ces enseignants ont fait envoyer par leurs élèves un courriel au moins trois fois durant l'année scolaire 1997-1998, et 4 p. cent «ont fait participer leurs élèves à des travaux de collaboration ou à des activités d'édition sur le Web» (Becker *et al.*,1998). Si on extrapole dans les trois programmes d'envergure menés aux États-Unis et mentionnés ci-dessus, un enseignant sur dix est susceptible d'associer ses élèves à la création de pages Web à titre de service à la collectivité.

4.2 Les avantages que les enseignants perçoivent (à un stade d'utilisation intermédiaire : de 3 à 5 ans)

Le fait qu'environ 5 p. 100 de tous les enseignants utilisent actuellement Internet à des fins d'apprentissage basé sur la recherche d'information indique clairement qu'il reste beaucoup à faire non seulement pour assurer aux classes l'accès à des ressources et à des outils en ligne, mais aussi pour aider les enseignants à s'engager dans les pédagogies de pointe au lieu de demeurer des transmetteurs d'information (voir Bracewell *et al.*, 1998).

4.2.1 Les avantages attendus reproduisent un certain nombre de caractéristiques des réformes de l'éducation en cours :

- *Sensibilisation plus grande des enseignants à la pertinence de tranches de temps d'apprentissage plus longues.* La nécessité de consacrer plus de temps à l'étude d'une matière particulière ou d'une matière intégrée est plus évidente.

- *Effort accru des enseignants au chapitre de l'établissement d'unités et de leçons interdisciplinaires.* Les apprenants sont plus susceptibles de se voir proposer des activités et des projets d'apprentissage faisant appel à plus d'une matière à la fois.

- *Participation accrue des enseignants à l'organisation de groupes de travail coopératif et à de multiples activités parallèles en classe.* La présence en classe de quelques ordinateurs branchés en réseau favorise la permutation des utilisations et d'activités d'apprentissage connexes.

- *Productivité professionnelle accrue des enseignants.* Dans trois des plus importants programmes menés aux États-Unis[17], les enseignants disent maintenant utiliser Internet un peu moins pour se sensibiliser et parfaire leur compétence technique et un peu plus pour obtenir de l'information sur les utilisations à des fins pédagogiques (de 70 à 77 p. 100). On peut consacrer à l'enseignement et à l'apprentissage le temps gagné au chapitre de la paperasserie et de l'administration, sans parler de celui que fait gagner l'accès à des services éducatifs en ligne.

4.2.2 Pour peu que l'accès soit assuré et que l'objectif demeure l'amélioration de l'éducation dans le respect des budgets, c'est dans les milieux d'apprentissage d'orientation constructiviste que l'ordinateur en réseau est le plus susceptible de s'avérer efficace.

- *Les élèves ont accès à des sources d'information plus complètes et acquièrent des compétences de base liées à la recherche documentaire.* En classe, l'enseignant et le manuel ne sont plus les seules sources d'information. Plus de choix s'offrent aux enseignants et aux apprenants. Si l'accès répété et à coût modique à beaucoup de matériel est considéré comme un avantage au niveau postsecondaire (Massey et Zemsky, 1995), les enseignants de la maternelle au secondaire considèrent actuellement que le repérage et la sélection de l'information sur le Web exigent beaucoup de temps. À condition d'être utilisé adéquatement, Internet permet de développer la capacité des élèves de sélectionner et d'organiser l'information ainsi que d'aiguiser leur sens critique. Par ailleurs, l'enseignant peut utiliser son temps de façon

plus efficace en aidant les élèves à chercher l'information et à en dégager le sens qu'en se contentant de la transmettre.

- *On présente aux élèves des activités d'apprentissage en contexte ou authentiques ainsi que de nouvelles méthodes de résolution de problèmes.* Contrairement à la croyance populaire, l'ordinateur en réseau permet plus facilement d'intégrer des activités à un contexte réel. Lorsqu'on utilise des moyens de télécommunications comme le courrier électronique, les bavardoirs ou les tribunes en ligne, l'apprentissage de la langue devient plus réel. Les élèves ont la possibilité d'apprendre à résoudre des problèmes dans des contextes réels ou encore à simuler des expériences qui, sinon, auraient exigé trop de temps ou se seraient révélées trop coûteuses ou dangereuses.

- *Les élèves apprennent par l'action.* La présence d'ordinateurs dans les écoles vient en aide aux enseignants qui tentent d'initier les apprenants à des modes d'apprentissage par l'action - le tout premier principe d'apprentissage présenté en 1993 par l'American Psychological Association en consultation avec de nombreux groupes du domaine de l'éducation. Lorsqu'ils conçoivent et produisent leurs propres représentations de la connaissance, les élèves se trouvent engagés dans une expérience d'apprentissage plus efficace. L'ordinateur branché en réseau fait office de catalyseur favorisant l'application de ce principe dans la classe (Berge et Collins, 1998).

- *Les élèves participent à des discussions pendant et entre les cours.* Si on se représente l'apprentissage comme une expérience essentiellement sociale, on constatera que les communications enseignant-élève et élève-élève s'élargissent lorsque des investigations individuelles et en collaboration sont en cours. Ainsi, parfois, elles englobent des membres de la collectivité et des spécialistes de l'extérieur. On doit trier l'information tirée de l'ordinateur en réseau et en dégager le sens avec d'autres. Les apprenants peuvent collaborer pour interpréter les données et l'information recueillie dans le réseau, dans certains cas indépendamment du temps et de l'espace (Riel, 1995).

- *On accorde plus d'attention aux élèves.* Libéré de l'obligation d'être la «seule et unique» source d'information, l'enseignant peut diriger son attention vers les besoins et les capacités des équipes d'apprentissage et de chacun des élèves. Voilà qui se compare avantageusement au temps disproportionné qu'il aurait été souhaitable de passer auparavant à répondre aux questions des élèves les plus avancés. Par exemple, les communications électroniques personnalisées avec l'enseignant font ressortir les difficultés d'apprentissage des élèves.

- *Les élèves perfectionnent leurs compétences en gestion de projet, en raisonnement et en recherche.* Les méthodes axées sur les projets individuels et en collaboration donnent aux élèves la possibilité d'organiser et de mener un projet d'apprentissage, par exemple en examinant à fond une question donnée. Ils peuvent repérer des ressources et entreprendre la démarche caractéristique des travailleurs de la connaissance, y compris les scientifiques et les chercheurs. On favorise ainsi l'intégration des matières, laquelle devient nécessaire à la réalisation d'un projet d'apprentissage. Le Programme Rescol à la source est une initiative qui permet relativement bien de relever le défi consistant à créer les conditions propices à la réalisation de projets bien organisés et structurés, qui ont un effet affectif considérable et une valeur pédagogique élevée.

- *Les élèves créent des produits d'apprentissage.* Des outils cognitifs et sociocognitifs aident les apprenants en milieu scolaire à créer des produits tandis qu'ils analysent une

question donnée tout en réalisant un projet d'apprentissage particulier (Bereiter, 1998). L'ordinateur n'est plus un maître ni un dépôt d'information : les apprenants doivent intervenir, organiser l'information et la représenter de façon créative (texte, image, film, document audio, etc.).

Il faudra du temps pour évaluer comment s'acquièrent les compétences relatives à l'apprentissage continu. Dans le domaine de la santé, nous admettons que la recherche sur le cancer, par exemple, est une entreprise de longue haleine. On doit concevoir l'élaboration de la pédagogie qui aidera encore mieux les élèves à acquérir la capacité d'apprendre pendant toute leur vie comme une entreprise à long terme, au même titre que la recherche sur le cancer. Entre-temps, on devrait mettre en place des programmes de recherche et de mesure là où l'accès est assuré, et mettre l'accent sur le renouvellement de la structure des activités en classe et du processus d'enseignement. et d'apprentissage. Après avoir étudié *The Apple Classrooms of Tomorrow (ACOT)* pendant dix ans, l'équipe de recherche responsable a été en mesure de convenir que c'est la classe tout entière qui avait fait peau neuve (Sandholtz, Ringstaff et Dwyer, 1997). En d'autres termes, le médium (TIC) et les méthodes se combinent pour interagir avec la façon dont les apprenants en milieu scolaire traitent l'information, et pour l'influencer (Kozma, 1991). Il s'agit là d'une condition préalable à l'obtention de résultats d'apprentissage de qualité plus élevés ou plus diversifiés.

4.3 Avantages attendus à un stade ultérieur

Les chercheurs socioconstructivistes laissent entendre que la quasi-totalité de ce que les enfants apprennent est fonction d'interactions sociales. Ils estiment qu'il est très important, aux fins de l'apprentissage, que les ordinateurs puissent soutenir les interactions et les discussions personnelles, pendant et entre les cours (voir Wegerif et Scrimshaw, 1997). En guise de soutien de ces interactions, il existe des systèmes d'apprentissage de conception canadienne qui ne renferment aucun contenu préorganisé et qui sont conçus pour être utilisés comme outils sociocognitifs (pour la communication et l'apprentissage coopératif, par exemple First Class, CSILE/Knowledge Forum).

4.3.1 Soulignons que les technologies d'apprentissage modernes peuvent aussi soutenir les enseignants qui :

- *enseignent pour faire comprendre.* En ce qui concerne les matières à assimiler, la théorie contemporaine de l'apprentissage met l'accent sur les idées complexes - telles qu'elles se présentent dans des situations réelles - parce qu'on sait maintenant que les apprenants en milieu scolaire sont capables d'une réflexion plus poussée que celle qu'on attendait habituellement d'eux. Dans de telles circonstances, cependant, une évaluation des résultats d'apprentissage exige des méthodes qui mesurent la compréhension plutôt que des méthodes fondées sur les théories behavioristes du passé (Brown, 1994).

- *exercent une influence fondamentale sur la réussite des élèves dans des matières scolaires.* Dans un tel contexte, les élèves tendent à revoir et à réviser plus longtemps leur propre travail, et à réaliser des travaux de plus grande envergure. Lorsque des élèves utilisent CSILE, la recherche fait état d'une persistance plus grande dans la recherche de solutions à des problèmes et d'une amélioration des aptitudes à la communication écrite (Scardamalia et Bereiter,1996). Lorsque les conditions sont favorables (formation technique de base de l'enseignant, pédagogie constructiviste, travail d'équipe parmi les enseignants et soutien administratif, comme c'est le cas dans le programme CHILD mené dans neuf écoles primaires de la Floride sur une période de

cinq ans), on met en évidence les résultats d'apprentissage obtenus lors d'épreuves uniformes ainsi que la maîtrise de questions complexes (voir Dede, 1998; Kromhout et Butzin, 1992; Kulik ,1994).

- *améliorent les aptitudes des élèves à la réflexion supérieure.* L'utilisation d'ordinateurs branchés en réseau comme outils cognitifs, c'est-à-dire de progiciels conçus pour améliorer les capacités cognitives des apprenants qui cherchent de l'information, écrivent, réfléchissent et résolvent des problèmes (Jonassen et Reeves, 1996), contribue à la réalisation de travaux scolaires plus avancés.

- *acquièrent avec leurs élèves des connaissances valables pour d'autres (productivité de groupe).* On devrait réserver des espaces de travail pour favoriser la collaboration dans l'acquisition de connaissances en ligne, c'est-à-dire des contextes d'apprentissage dans lesquels les apprenants doivent participer à la génération de connaissances et perfectionner leurs compétences dans des champs d'études précis. Le Web devient un médium que les apprenants utilisent pour construire des représentations de leurs connaissances et négocier les résultats et le sens de leurs recherches. Le modèle axé sur l'édification en collaboration de la connaissance mérite qu'on s'y attarde et qu'on le comprenne (Brown, 1997; Hewitt et Scardamalia, 1998).

4.3.2 Soulignons aussi que les technologies modernes d'apprentissage soutiennent les apprenants en milieu scolaire qui se livrent :

- *à l'apprentissage individuel ou coopératif.* Les élèves auront davantage l'occasion d'interagir en ligne avec des enseignants et des pairs. D'une part, l'apprentissage autonome assisté par ordinateur s'améliore au fur et à mesure que des cadres d'apprentissage virtuel sont mis au point, ce qui renforce l'autonomie de l'apprenant et l'application des connaissances en situation réelle. D'autre part, l'apprentissage en collaboration avec l'ordinateur en réseau comme soutien fera appel à la capacité de la personne de participer avec d'autres à des études, à la résolution de problèmes et à une vaste gamme d'activités et de travaux d'apprentissage.

- *à l'apprentissage distribué.* Faisant appel à un milieu d'apprentissage numérique adéquat, les ordinateurs branchés en réseau créent un espace d'apprentissage collaboratif dans lequel l'apprentissage peut avoir lieu même lorsque les élèves ou les enseignants ne sont pas dans la même pièce ou n'accèdent pas à Internet au même moment de la journée ou de la semaine. On s'écarte ainsi des modèles de communication «un à un» ou «un à plusieurs» pour adopter des modes de communication «plusieurs à plusieurs», qui permettent à de nombreuses personnes de contribuer en même temps au travail de la classe (Tiessen et Ward, 1998).

- *à l'apprentissage continu.* L'ordinateur branché en réseau permet la mise en œuvre d'un nouveau paradigme d'apprentissage, dans lequel l'apprentissage est considéré comme un processus actif favorisant l'acquisition d'idées et de concepts qui, par la manipulation de symboles et de données, sont mis à l'épreuve pour favoriser une compréhension plus approfondie. Les élèves acquerront des habitudes bien ancrées d'apprentissage continu, dans un monde qui évolue rapidement.

- *à une compréhension approfondie de questions avancées.* Les élèves en viendront à comprendre à fond ce qu'ils apprennent étant donné qu'ils sont en interaction avec des enseignants (en personne et en ligne) capables d'utiliser des techniques pédagogiques

de pointe. Le degré de maîtrise change. La recherche indique que les élèves sont capables de maîtriser des questions avancées beaucoup plus tôt qu'on ne le croyait auparavant.

- *à la promotion de leur intérêt.* Au fur et à mesure qu'ils perfectionnent leurs compétences dans un certain nombre de domaines et obtiennent des résultats (produits de l'apprentissage), les élèves ont de plus en plus d'occasions de communiquer à d'autres ce qu'ils savent (en personne ou en ligne). Dans le *Covis Project* (Lento, O'Neill et Gomez, 1998), on a aussi observé des résultats plus élevés à des d'épreuves uniformes.

- *à l'accroissement des liens avec les êtres humains du monde entier.* L'utilisation par les élèves de l'ordinateur branché à un réseau, c'est-à-dire l'instrument polyvalent qui convient le mieux au renforcement de la communication entre les êtres humains, entraînera une multiplication des occasions de rencontre dans des contextes socioculturels très variés.

Les avantages mentionnés ci-dessus revêtent une grande importance dans une société du savoir. Si les avantages qu'on attend à un stade précoce exigent à la fois une bonne connectivité et des compétences techniques de base, ceux qu'on attend à un stade ultérieur exigent une transformation du rôle de l'enseignant et des apprenants. Même si la plupart des innovations observées dans les systèmes sociaux supposent des connaissances, une responsabilité individuelle, des objectifs communs, des structures et des mécanismes de soutien, la constitution en réseau des écoles et des classes représente un défi de taille pour le corps enseignant. La préparation réussie de travailleurs et de citoyens capables de fonctionner à l'ère du savoir exige un perfectionnement professionnel poussé des enseignants.

5. Esquisse d'un cadre de travail pour les enseignants qui utilisent l'ordinateur branché en réseau

Puisque tout changement de paradigme prend du temps dans le monde scientifique, ce n'est qu'aujourd'hui que la nouvelle théorie de l'apprentissage gagne l'aval de la plupart des chercheurs du domaine de la cognition et de l'éducation et entraîne une transformation du modèle de l'apprenant humain, y compris de l'enfant : les apprenants en milieu scolaire sont perçus comme des constructeurs actifs, prédisposés à apprendre certaines choses plus facilement que d'autres (Brown, 1994; APA, 1993). (Voir aussi *Apprendre au XXI^e siècle*, http://www.schoolnet.ca/general/visions/f/vision.htm).

Les attentes concernant les rôles de l'enseignant et de l'apprenant sont plus grandes, et les TIC peuvent soutenir ce processus de transformation. La mission des enseignants professionnels continuera de comprendre des dimensions intellectuelles, sociales, affectives, physiques et morales. Cependant, l'application d'un nouveau paradigme d'apprentissage, facilité par les TIC, commande une analyse critique des motifs dits légitimes, nommément les fondements sociaux, pour le maintien de ce qu'on appelle les cours magistraux (la transmission verticale d'information suivie d'examens centrés sur des connaissances apprises par cœur). Si, depuis un certain temps, on assiste à une diminution de l'enseignement magistral et à l'augmentation des activités de projets et de l'apprentissage autonome associés à l'utilisation des TIC (Kerr, 1991), ces changements entraînent une transformation radicale de l'identité personnelle et sociale des enseignants et des apprenants. En outre, le passage à

l'enseignement pour faire comprendre suppose que les apprenants en milieu scolaire possèdent des capacités de réflexion supérieures et des compétences sociales (Dede, 1998).

Cependant, c'est l'approche de l'enseignement pour faire comprendre qui est la plus en mesure de nous aider à accomplir la tâche complexe consistant à créer les milieux d'apprentissage stimulants sur le plan intellectuel et les classes démocratiques dont auront besoin les citoyens canadiens de demain. C'est également ainsi qu'il faut relever le défi qui consiste à satisfaire à la demande de la nation à l'égard de travailleurs de la connaissance (voir l'argument quantitatif de Drucker, 1997). Dans le contexte d'un effort pédagogique concerté et coopératif efficace, l'ordinateur branché en réseau devient un instrument essentiel à la nouvelle pédagogie. Les enseignants ont besoin de cet outil pour soutenir cette pédagogie et leur propre perfectionnement continu.

L'apprentissage juste à temps est considéré comme une caractéristique importante du perfectionnement professionnel des enseignants de demain (voir par exemple l'accent mis par de la Mothe sur de nouvelles formes de communauté et de culture[18]). En tant que travailleurs du savoir eux-mêmes, les enseignants doivent donc se caractériser par la souplesse, la qualité, les pratiques coopératives, la cognition distribuée et le leadership qu'on retrouve aujourd'hui chez les travailleurs de la connaissance.

5.1 Répondre à des normes provinciales et internationales

Cuban, l'auteur qui a réalisé l'examen le plus approfondi de l'utilisation de la technologie dans l'enseignement au cours du siècle, rend ainsi compte (1999) du degré embryonnaire d'utilisation des ordinateurs par les enseignants dans les classes :

> [Traduction] «Aux États-Unis, moins de deux enseignants sur dix utilisent sérieusement les ordinateurs et d'autres technologies de l'information dans leur classe (quelques fois par semaine); trois ou quatre y ont recours à l'occasion (environ une fois par mois), et les autres (quatre ou cinq enseignants sur dix) n'utilisent jamais les appareils. Lorsqu'on considère le type d'utilisation en classe, on constate que ces technologies puissantes finissent le plus souvent par être utilisées pour le traitement de texte et des applications banales. (...) Parmi les dix mêmes enseignants américains, environ sept ont un ordinateur à la maison, qu'ils utilisent pour préparer leurs cours, communiquer avec des collègues et des amis, naviguer sur Internet et gérer leurs affaires personnelles.»

Cuban soutient qu'on a tenté par le passé de modifier le processus d'enseignement et d'apprentissage, et que la plupart des enseignants optent toujours pour une forme hybride de «progressivisme axé sur l'enseignant», dans lequel les cours magistraux continuent d'occuper une place prépondérante. Pour que l'ordinateur branché à un réseau devienne un outil sociocognitif, les classes et les écoles devront devenir davantage axées sur l'apprenant et mettre l'accent sur l'apprentissage en collaboration. La coopération de tous les partenaires du monde de l'enseignement est également essentielle à la canalisation des forces en jeu dans des orientations qui seront efficaces et saines sur le plan pédagogique. S'ils sont d'avis que le Canada a besoin de spécialistes de la résolution de problèmes, de penseurs de niveau supérieur, de travailleurs en équipe, etc., les dirigeants d'entreprises et d'industries ont également un rôle important à jouer. Ils doivent promouvoir et soutenir les programmes d'éducation qui favorisent la réalisation de ces objectifs et de ces normes[19].

Il incombe à chaque province de définir les compétences attendues des enseignants. Comme le suggère cet examen de la recherche, les compétences en technologie qui sont

étroitement liées aux pédagogies de pointe sont plus avantageuses. Le manque de temps est souvent un problème en formation préalable et sur place des enseignants. Il est donc important que l'apprentissage de la technologie soit réduit à l'essentiel pour être en mesure d'investir dans l'intégration de la technologie dans le programme d'études et dans les pratiques d'enseignement de pointe. Les sept habiletés techniques proposées ci-dessous rendent compte de résultats de recherches ethnographiques tirés de l'observation de classes du premier cycle du secondaire constituées en réseau, et comparés aux International Standards for Technology in Education (ISTE), aujourd'hui adoptées par le National Council for Accreditation of Teacher Education (NCATE) aux États-Unis :

- Utiliser des outils logiciels de base pour créer des documents électroniques (éditeur de texte, éditeur de diapositive, éditeur html, tableur, base de données).

- Installer et utiliser des périphériques (unité de disque, lecteur de disque compact, imprimante, numérisateur, projecteur électronique, haut-parleurs, caméra vidéo, inscripteur de disque compact).

- Envoyer des messages électroniques et des documents annexés, créer une liste de groupe et obtenir une nouvelle adresse électronique pour un nouvel usager.

- Accéder à diverses ressources présentes dans le réseau et modifier des documents électroniques (Web ou FTP).

- Accéder à des messages dans le cadre de conférences et y répondre, et éditer de nouveaux messages, peut-être pour prendre part à une nouvelle conférence.

- Gérer des documents des élèves et créer des relevés de notes ou des portfolios électroniques en réseau.

- Autoriser ou restreindre l'accès à des dossiers en réseau, et autoriser l'accès à des listes précises sur le serveur.

Après la formation en compétences techniques de base[20], l'établissement d'une masse critique de mise en œuvre de grande qualité des TIC dans la vie des classes constitue le défi à relever.

5.2 Offrir un soutien à tous les échelons aux enseignants désireux d'adopter des pratiques de pointe

Une étude nationale menée récemment aux États-Unis (Becker et al., 1998), dans le cadre de laquelle 4 100 enseignants de 1 100 écoles ont été contactés et 70 p. 100 d'entre eux ont répondu, a produit un résultat remarquable. En effet, on a constaté que les enseignants qui utilisaient Internet et permettaient à leurs élèves d'accéder à des ressources et à des outils en ligne représentaient 5 p. 100 de l'ensemble des enseignants et étaient tous constructivistes. Ces enseignants fixaient des tâches et des objectifs d'apprentissage plus stimulants que les enseignants traditionnels, et ils se montraient plus intéressés à voir leur enseignement se traduire par une compréhension plus approfondie du contenu. Plus les enseignants étaient scolarisés et participaient à des activités de perfectionnement professionnel, plus leur pratique avait tendance à devenir constructiviste. Par contre, leur compétence préalable en informatique ne semble pas avoir une grande incidence.

L'enseignant à l'affût des avantages pédagogiques doit savoir que le fait de travailler avec un ordinateur branché à un réseau revêt une grande importance et qu'il s'agit d'un outil dont l'utilisation doit en tout temps être subordonnée aux besoins de l'utilisateur. Les technologies modernes de l'apprentissage ont subi une métamorphose qu'ont fait ressortir deux chercheurs australiens, Toomey et Ketterer (1995) : d'instruments éprouvés par les enseignants pour transmettre du savoir, elles sont devenues des ressources précieuses que les jeunes peuvent utiliser par eux-mêmes pour favoriser leur apprentissage. Les enseignants savent que le perfectionnement professionnel, pour produire de véritables avantages pédagogiques, doit relever de l'initiative personnelle. Le fait de travailler dans une école ouverte au changement est susceptible d'inciter l'enseignant à se comporter en conséquence.

Si, dans le présent document, on admet que les ordinateurs branchés à un réseau peuvent soutenir les enseignants qui participent au renouvellement de leur école ou à des groupes d'intérêt professionnel en ligne, le lecteur ne doit cependant pas perdre de vue l'avertissement lancé par Cuban (1999) : «ce que les gourous des entreprises, les décideurs et les vendeurs, qui ont bien davantage accès aux médias, oublient, souvent, c'est l'opinion des enseignants, les conditions persistantes dans lesquelles les enseignants travaillent, les lacunes inhérentes aux technologies et les conseils sans cesse changeants de leurs propres experts». La clé réside dans l'établissement de partenariats stratégiques dynamiques visant à améliorer l'apprentissage.

Les dirigeants d'écoles et de facultés d'éducation qui souhaitent apporter les modifications nécessaires ont besoin de programmes de subventions pour assurer un accès équitable et donner aux éducateurs des éducateurs les moyens de transformer le contenu de leur enseignement et son mode de prestation. Incidemment, le Department of Education des États-Unis vient juste d'annoncer la création d'un programme d'une valeur de 75 millions de dollars ayant pour but de préparer les enseignants de demain à utiliser les technologies d'apprentissage modernes - au Canada, un programme équivalent exigerait un investissement de l'ordre de 7,5 millions de dollars.

Des projets pilotes[21] montrent que plus tôt les enseignants disposeront d'un ordinateur portatif qu'ils pourront amener n'importe où, plus tôt ils entreprendront de produire du matériel pédagogique numérique à l'intention de leurs classes et de la grande communauté des enseignants et des apprenants. On recommande de destiner d'abord les ressources aux enseignants novateurs qui ont fait la preuve de leur engagement continu dans des activités de perfectionnement professionnel. Pour obtenir des résultats convaincants, c'est peut-être le groupe qu'il convient de cibler (voir la RITTI, initiative mise en œuvre dans l'ensemble de l'État du Rhode Island, qui permet à 25 p. 100 des enseignants de l'État d'être munis d'un ordinateur portatif).

Les ministères provinciaux doivent consacrer des fonds au matériel et aux logiciels, mais ils sont aussi conscients de la nécessité de concilier ces ressources avec des questions liées au programme d'études et à l'enseignement, et le site Web de Rescol met en lumière leurs efforts novateurs. Dans un rapport récent[22], on insiste sur ce point : «ce dont les enseignants ont actuellement besoin, c'est d'une aide entière et soutenue pour intégrer l'utilisation de l'ordinateur au programme d'études et faire face à la tension née du contact des méthodes traditionnelles d'enseignement avec les nouvelles méthodes pédagogiques faisant abondamment appel à la technologie (p.49).»

De vigoureux efforts de recherche et de développement dans le domaine des TIC, bien fondés et diffusés, sont également essentiels pour faire face au triple défi que doivent relever les enseignants des écoles et des universités, de même que pour comprendre comment on

pourra y parvenir : 1) en s'initiant à l'utilisation des technologies d'apprentissage modernes (TIC), 2) en apprenant à enseigner différemment, 3) en apprenant à travailler en collaboration (à l'école et en ligne).

5.3 Vers la culture de la coopération pour favoriser l'apprentissage

L'intégration créative des TIC dans le programme d'études[23] va probablement modifier en profondeur la façon dont les écoles s'acquittent de leur mission éducative. La culture scolaire est tenue de s'ouvrir et de favoriser la collaboration afin d'aider les enseignants et les apprenants à faire face aux changements que suppose l'acceptation généralisée de l'ordinateur branché à un réseau. Des débats en ligne dans un petit groupe, dans une école ou à une échelle plus grande peuvent contribuer largement à la réalisation d'attentes réalistes dans le domaine de la technologie (Calderon et Slavin, 1999; voir la section 3.3 du document de Bélanger). Ce sont des collectivités d'apprentissage interconnectées et bien établies à l'échelle locale qui procurent le plus d'avantages : accès opportun à des ressources, y compris la meilleure pratique disponible à l'égard des diverses matières à l'étude, exploration conjointe de sujets et d'enjeux, analyse réfléchie de situations liées à l'éducation, etc. Les communautés d'apprentissage formées d'enseignants et qui contribuent à leur vie intellectuelle hors de la classe (discussions en personne ou en ligne) et qui appuient leur pratique professionnelle sont essentielles. Les élèves de la génération d'Internet sont en classe. Nous voulons qu'ils cultivent une identité d'apprenants à vie.

Si l'on s'attend à ce que des systèmes souples de prestation de l'enseignement continuent d'occuper le haut du pavé et fournissent aux apprenants ou aux travailleurs les programmes dont ils ont besoin quand ils en ont besoin, il est de plus en plus évident que les efforts coopératifs des enseignants et la transition vers la classe, communauté d'apprentissage sont susceptibles d'améliorer grandement les modalités d' apprentissage au Canada.

Conclusion

Il est vrai que la technologie a automatisé de nombreuses tâches; cependant, celle-ci a surtout obligé les apprenants en milieu scolaire et les enseignants à regarder le monde sous un angle nouveau, en plus de leur fournir de nouvelles occasions de parfaire leurs connaissances et de travailler de façon créative. L'utilisation réfléchie et fructueuse des TIC dans la classe revêt une importance capitale. Les TIC ne manqueront pas de renforcer les habiletés pédagogiques et techniques des enseignants, à condition qu'on leur assure un accès adéquat aux technologies en question et au perfectionnement professionnel grâce auquel ils pourront les utiliser dans leur enseignement.

Étant donné que l'endroit où les enseignants travaillent est un facteur qui perd maintenant de l'importance, il est probable que des citoyens participeront davantage à la vie scolaire de leur collectivité. Voilà qui ouvre de toute évidence une nouvelle avenue aux enseignants novateurs.

On doit souligner que le nouvel apprenant en milieu scolaire, aujourd'hui bien informé du moyen d'accéder à des sources mondiales de connaissance et de l'utilisation qu'il convient d'en faire, sera à coup sûr moins limité lorsque viendra le moment de chercher un emploi.

Pour nous tous, l'intégration à l'éducation et à la formation des ordinateurs multimédias branchés à un réseau devrait être considérée comme une occasion et un défi, ceux de revitaliser l'éducation pour le bien des enseignants et des élèves.

Bibliographie

AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION et MID-CONTINENT REGIONAL EDUCATIONAL LABORATORY (MCREL). *Learner-centered psychological principles: Guidelines for school redesign and reforrm*, Washington (D.C.), APA, 1993.

BATES, T. *Educational multi-media in a networked society*, 1998. Accessible en ligne à l'adresse suivante : http://bates.cstudies.ubc.ca/edmedia.html

BECKER, H.J., J. RAVITZ, M.M. RIEL, et Y.T. YONG. *Teaching, learning and computing:1998, A nationalsurvey of schools and teachers describing their best practices, teaching philosophies, and uses of technology, 1998.* Accessible en ligne à l'adresse suivante : http://www.crito.uci.edu/tlc/

BEREITER, C. *Education and mind in the knowledge age*, 1998. Accessible en ligne à l'adresse suivante : http://csile.oise.utoronto.ca/edmind/edmind.html

BERGE, Z.L., et M.P. COLLINS, ed. *Wired together: The online classroom in K-12*, vol.1: *Perspectives and instructional design*, Cresskill (New Jersey), Hampton Press, 1998.

BRACEWELL, R., T. LAFERRIERE, A. BREULEUX, J. BENOIT, et M. ABDOUS. *The emerging contribution of online resources and tools to classroom learning and teaching*, Ottawa, Rescol Canada, 1998. Accessible en ligne à l'adresse suivante : http://www.fse.ulaval.ca/fac/tact/fr/html/apport/app98_es.html

BROWN, A.L. «The advancement of learning», *Educational Researcher,* vol. 23, n° 4, 1994, p. 4-12.

BROWN, J.S., et P. DUGUID. *The social life of documents*, First Monday, 1996. Accessible en ligne à l'adresse suivante : http://www.firstmonday.dk

BRUER, J.T. *Schools for thought*, Cambridge (Massachusetts), The MIT Press, 1993.

CALDERON, M., et R. SLAVIN (dir.). «Building community through cooperative learning», *Theory into practice*, vol. 38, n° 2, (édition spéciale), 1999.

BREULEUX A., T. LAFERRIERE, et R.J. BRACEWELL. «Networked learning communities in teacher education» dans S.McNeil, J.D. Price, S. Boger-Mehall, B. Robin, J. Willis, éd., *Proceedings of SITE 98, the 9th International Conference of the Society for Information Technology and Teacher Education*, Charlottesville (Virginie) Association for the Advancement of Computing in Education, 1998.

CLARK, R. «Reconsidering research on learning from media», *Review of Educational Research*, vol. 53, n° 4, 1983, p. 445-459.

CLARK, R. «Media will never influence learning», *Educational Technology, Research and Development*, vol. 42, n° 1, 1994, p. 21-32.

COLLIS, B. *Tele-learning in a digital world: The future of distance learning*, Londres, International Thompson Computer Press, 1996.

CUBAN, L. «The technology puzzle», *Education Week*, vol. 18, n° 43, 1999. Accessible en ligne à l'adresse suivante : http://www.edweek.com/ew/vol-18/43cuban.h18

DEDE, C. «Rethinking how to invest in technology», *Educational Leadership*, vol. 55, n° 3, 1997, p. 12-16.

DEDE, C. *Learning with technology*, Alexandria (Îles Vierges), ASCD Yearbook 1998, 1998.

DRUCKER, P.F., «Looking ahead: Implications of the present», *Harvard Business Review*, sept.-oct. 1997, p. 19-24.

GREGOIRE, R., R. BRACEWELL et T. LAFERRIERE. *L'apport des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) à l'apprentissage des élèves du primaire et du secondaire. Revue documentaire*, Ottawa, Canada, Rescol, 1996. Accessible en ligne à l'adresse suivante : http://www.fse.ulaval.ca/fac/tact/fr/html/apport/apport96.html

HEWITT, J., et M. SCARDAMALIA. «Design principles for distributed knowledge building processes», *Educational Psychology Review*, vol. 10, n° 1, 1998, p. 75-96.

HSI, S., et C.M. HOADLEY. «Productive discussion in science: Gender equity through electronic discourse», *Journal of Science Education and Technology*, vol. 10, n° 1, 1997.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR TECHNOLOGY IN EDUCATION (ISTE). Standards Projects. Accessible en ligne à l'adresse suivante : http:www.iste.org/Standards/index.html.

JONASSEN, D.H., et T.C. REEVES. «Learning with technology: Using computers as cognitive tools», dans D. H. Jonassen, éd., *Handbook of research for educational communications and technology*, New York, Macmillan, 1996, p. 693-719.

KERR, S. «Lever and fulcrum: Educational technology in teachers' thought and practice», *Teachers College Record, vol. 93*, n° 1, 1991, p. 115-136.

KIEREN, T. *ICT in Schools: A decade of developments, future possibilities*, D. Tinsley et D. Johnson, éd., Chapman Hall for IFIP, ISBN 0 412 82100 1, 1998.

KOZMA, R.B. «Learning with media», *Review of Educational Research*, vol. 61, n° 2, 1991, p. 179-211.

KROMHOUT, O., et M. BUTZIN. «Integrating computers into the elementary classroom curriculum», *Journal of Research on Computing in Education*, vol. 26, n° 1, 1992, p. 34-45.

KHALILI, A., et L. SHASHAANI. «The effectiveness of computer applications: A meta-analysis», *Journal of Research on Computing in Education*, vol. 27, n° 1, 1994, p. 48-59.

KULIK, J.A. «Meta-analytic studies of findings on computer-based instruction» dans E.L. Baker et H.F. O'Neil, Jr., éd., *Technology assessment in education and training*, Hillsdale (New Jersey), Lawrence Erlbaum, 1994.

LENTO, E.M, K. O'NEILL, et L.M. GOMEZ. «Integrating Internet Services into School Communities», dans C. Dede, *Learning with technology*, Alexandria (Îles vierges), ASCD Yearbook 1998, 1998, p. 171-198.

LEWIS, W.A. Projet de collecte d'information sur les TIC, Ottawa, Direction générale des applications de l'autoroute de l'information, 1999.

MADDUX, C.D., D.L. JOHNSON, et J.W. WILLIS. *Educational computing: Learning with tomorrow's technologies*, Boston, Allyn and Bacon, 1997.

MACNAB, D., et G. FITZSIMMONS. *The learning equation (TLE) Mathematics: Evaluation of the TLE Math, TLE vs. traditional methods of instruction*, Psychometrics Canada, 1998.

O'NEIL, J. «ON technology schools: A conversation with Chris Dede», *Educational Leadership*, vol. 53, n° 2, 1995, p. 6-12.

OWSTON, R., et H.H. WIDEMAN. «Word Processors and Children's Writing in a High Computer Access Setting» (article soumis à une revue à comité de lecture anonyme). Accessible en ligne à l'adresse suivante : http://www.edu.yorku.ca/rowston/written.html

PIPER, T., D. POWER, et K. STEVENS. *From closed to open classes: Telelearning and the management of isolation in Newfoundland and Labrador*, document présenté à l'occasion de Telelearning '98, Vancouver, 1998.

RESNICK, L.B., et D.P. RESNICK. «Assessing the thinking curriculum: New tools for educational reform», dans B.R.Gifford et M.C. O'Connor, éd., *Future assessment: Changing views of aptitude, achievement and instruction*, Boston, Academic Press, 1991.

RESNICK, L. *From aptitude to effort: Learnable intelligence and the design of schooling*, allocution présentée à l'occasion de la remise du prix E.L. Thorndike, Assemblée annuelle de l'American Psychological Association, San Francisco, 1998.

RIEL, M. «Cross-classroom collaboration in global learning circles», *Sociological Review*, Oxford (R.-U.), Blackwell, 1995.

ROTH, W.F., et M.K. MCGINN. «Inscriptions: Toward a theory of representing as social practice», *Review of Educational Research*, vol. 68, n° 1, 1998, p. 35-59.

SANDHOLZ, J.H., C. RINGSTAFF, et D.C. DWYER. *Teaching with technology*, New York, Teachers College Press, 1997.

SCARDAMALIA, M., et C. BEREITER. «Computer support for knowledge-building communities» dans T. Koschmann, éd., *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*, Mahwah (New Jersey), Erlbaum, 1996.

SCHOFIELD, J.W. *Computers and classroom culture*, New York, Cambridge University Press, 1995.

TAPSCOTT, D. *Growing up digital: The rise of the Net Generation*, New York, McGraw-Hill, 1998.

TIESSEN, E.L., et D.R. WARD. «Creating shared understanding through distributed learning», dans Z.L. Berge et M.P.Collins, éd., *Wired together: The online classroom in K-12: Vol. 1. Perspectives and instructional design*, Cresskill (New Jersey), Hampton Press , 1998, p. 175-183.

TOOMEY, R., et K. KETTERER. «Using multimedia as a cognitive tool», *Journal of Research on Computing in Education, vol. 27*, n° 4, 1995, p. 472-482.

WANG, M.C., G.D. HAERTEL, et H.J. WALBERG. «Toward a knowledge base for school learning», *Review of Educational Research*, vol. 63, n° 3, 1993, p. 249–294.

WEGERIF, R., et P. SCRIMSHAW, éd. *Computers and talk in the primary classroom*, Clevedon (R.-U.), Multilingual Matters, 1997.

---

1 D. Tapscott (1998) présente les caractéristiques de la nouvelle culture du travail (p. 211).

2 Dans le cadre de l'approche constructiviste, on considère l'apprentissage comme un processus actif grâce auquel l'apprenant se construit un point de vue ou une compréhension au moyen de l'interaction sociale. On considère comme insuffisant le simple ajout de nouvelles données (par coeur) sans structure ou rapport avec ce qui existe déjà. Les nouvelles informations doivent s'arrimer aux acquis de l'apprenant. Au moment d'étoffer, d'approfondir ou de restructurer des connaissances déjà acquises, l'apprenant est actif. La croissance conceptuelle découle du partage de points de vue multiples, et la révision des modèles mentaux débouche sur un apprentissage approfondi.

3 Pour obtenir les données les plus récentes sur la disponibilité et l'utilisation d'ordinateurs dans les écoles canadiennes, voir l'étude SITE que publiera Statistique Canada plus tard ce mois-ci.

4 P. Drucker (1997) soutient que, à l'avenir, le seul avantage concurrentiel des pays industrialisés tiendra à l'offre de travailleurs du savoir.

5 Voir les travaux de M. Fullan sur la transformation de l'éducation. Voir aussi le rapport du COMMITT intitulé *Courage and Care* (Pays-Bas).

6 Ce sont E. M. Lento, K. O'Neill et L. Gomez (1998) qui montrent le mieux ce point; voir aussi T. Kieren (1998).

7 On trouvera des introductions pertinentes à la théorie moderne de l'apprentissage dans J. T. Bruer (1993), A. L. Brown (1994) et L. Resnick (1998).

8 Voir D. Macnab et G. Fitzsimmons (1998).

9 Souvent, la technologie est d'abord perçue comme une histoire de réussite, puis comme une sorte de déception. Après tout, c'est la méthode d'enseignement et le médium qui comptent, et non le médium seul. À ce propos, voir R. Clark, 1983, 1994; J. W. Schofield, 1995; Grégoire Inc., R. Bracewell et T. Laferrière, 1996.

10 L'intégration des TIC au programme d'études est l'objectif que poursuit le Comité de la recherche et de la mesure du Conseil consultatif national de Rescol.

11 Voir A. Breuleux, T. Laferrière et R. Bracewell, 1998, et l'Université de Twente, aux Pays-Bas, Collis, 1996.

12 L'observateur avisé détecte cependant l'effet de la nouveauté, c'est-à-dire le fait qu'un nouveau mode d'enseignement devient plus stimulant, tandis qu'on note une augmentation marquée, quoique provisoire, du rendement des apprenants. On doit aussi tenir compte de l'effet Hawthorne, à savoir que toute intervention tend à avoir des effets positifs du simple fait de l'attention que porte l'équipe qui mène l'expérience au bien-être des sujets.

13 Les résultats de l'étude SITE, qu'on pourra bientôt se procurer auprès de Statistique Canada, feront état des données les plus récentes.

14 On trouvera dans Kulik (1994) et Khalili et Shashaani (1994) une méta-analyse des résultats de recherche liés à l'utilisation de l'ordinateur en classe, laquelle fait état d'une réduction moyenne de 34 p. 100 du temps d'apprentissage. En ce qui concerne l'écriture, voir Owston et Wideman (article soumis à un comité de lecture). En ce qui concerne les examens de la contribution des TIC à l'apprentissage et à l'enseignement, voir Grégoire et coll., 1996 et Bracewell et coll., 1998.

15 Voir D. Macnab et G. Fitzsimmons (1998).

16 Les initiatives en question sont le National School Network (NSN) organisé par BBN à Cambridge, MA, la Rhode Island Teachers and Technology Initiative (RITTI) et Union City Online (UC), projet subventionné par la National Science Foundation.

17 *Ibid.*

18 de la Mothe (1999) fait valoir que les personnes et les organismes apprennent à coopérer dans le cadre d'une stratégie de concurrence et de survie. Ce faisant, ils utilisent les nouvelles technologies de l'information et des

communications pour se constituer en réseau de même que pour redéfinir la nature de leurs activités et résoudre des problèmes.

[19] Lewis (1999) donne un aperçu utile de ce qui se fait dans d'autres pays, nommément l'Angleterre, l'Écosse, le pays de Galles et la République d'Irlande.

[20] Aux États-Unis, les enseignants disent utiliser Internet un peu moins pour se sensibiliser et perfectionner leurs compétences techniques et un peu plus pour obtenir de l'information à des fins pédagogiques (70-77 p. 100).

[21] Annuaire 1998 de l'ACCD, édité par C. Dede.

[22] Voir le *Report to the President on the use of technology to strengthen K-12 Education in the United States*, préparé par le President's Committee of Advisors on Science and Technology.

[23] *EdWeek* (1999). «Building the digital curriculum, Technology counts'99». Accessible en ligne à l'adresse suivante : http://www.edweek.org/sreports/tc99/